

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

---

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



**PROYECTO FIN DE CARRERA:**  
**“CARROZADO INICIAL DE UN CAMIÓN**  
**PORTACONTENEDORES DE OBRA Y ANÁLISIS**  
**REGLAMENTARIO”**


2011

**TUTORA:**


D<sup>a</sup>. María Ramírez Berasategui  
Departamento de Ingeniería Mecánica  
EPS UC3M Leganés.

**AUTOR:**

D. José Andrés San Martín Sánchez  
Ingeniería Técnica Industrial;  
Especialidad: Mecánica.



*En primer lugar agradezco a mi esposa e hijos su inagotable  
paciencia. A mi familia, compañeros/as de estudios y trabajo,  
jefes y profesores/as, de forma especial a mi tutora María  
Beatriz Ramírez, el apoyo recibido para que este proyecto sea  
hoy una realidad.*



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	3
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	6
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	9
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>2. OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL PROYECTO.</b> .....	10
<b>3. ESTADO DEL ARTE.</b> .....	15
<b>3.1. AMBITO REGLAMENTARIO</b> .....	16
3.1.1. INTRODUCCIÓN: .....	16
3.1.2. REAL DECRETO 2028/1986. ....	17
3.1.3. DIRECTIVA 2007/46/CE. ....	22
3.1.4. REAL DECRETO 750/2010. ....	32
3.1.5. REAL DECRETO 866/2010. ....	36
3.1.6. CARROZADO INICIAL. ....	43
<b>3.2. DESCRIPCIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN</b> .....	48
<b>3.3. CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ANTES Y DESPUÉS DE LA TRANSFORMACIÓN</b> .....	50
<b>4. CÁLCULOS.</b> .....	54
<b>4.1. CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN LOS EJES DEBIDAS A LA TARA EN VACÍO Y EN CARGA MÁXIMA.</b> .....	54
4.1.1. TARAS, MASAS Y PESOS. ....	54
4.1.2. ESQUEMA DE MASAS, PESOS Y REACCIONES EN CARGA MÁXIMA EN CONDICIONES DE CIRCULACIÓN. ....	61
4.1.3. COMPROBACIÓN DE ADHERENCIA EJE DELANTERO. ....	62
<b>4.2. GRÁFICO ACOTADO DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS, ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES.</b> .....	63
<b>4.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL BASTIDOR.</b> .....	67
4.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES BASTIDOR-FALSO BASTIDOR .....	67
4.3.2. CÁLCULO DEL MÓDULO RESISTENTE. ....	70
4.3.3. CÁLCULO A FLEXIÓN DE LA SECCIÓN MÁS SOLICITADA. ....	70
4.3.4. CÁLCULO A CORTADURA DE LA SECCIÓN MÁS SOLICITADA. ....	72
<b>4.4. CÁLCULO DE ESTABILIDAD LONGITUDINAL Y LATERAL.</b> .....	74
4.4.1. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD LONGITUDINAL. ....	74
4.4.2. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD LATERAL. ....	80
4.4.2.1 Cálculo aproximado de la velocidad límite de vuelco. ....	81
4.4.2.2. Cálculo aproximado de la velocidad límite de derrape. ....	88

<b>4.5. JUSTIFICACIÓN DEL EQUIPO Y CÁLCULO DE SU ACOPLAMIENTO AL VEHÍCULO .....</b>	<b>93</b>
4.5.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN DE LOS TORNILLOS DELANTEROS EN CASO DE FRENADA. ....	94
4.5.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A CORTADURA DE LOS TORNILLOS LATERALES EN CASO DE FRENADA. ....	97
<b>4.6. REPARTO DE LA CARGA EN EL ARRANQUE Y FRENADO. ....</b>	<b>100</b>
4.6.1. REPARTO DE LA CARGA EN EL ARRANQUE. ....	100
4.6.2. REPARTO DE LA CARGA EN EL FRENADO. ....	104
 <b>5. COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE DIRECTIVAS AFECTADAS .....</b>	 <b>107</b>
 <b>6. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	 <b>118</b>
6.1. OBJETIVO DEL PLIEGO. ....	118
6.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO. ....	118
6.3. AUTORIDAD DEL INGENIERO TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA. ....	119
6.4. SUBCONTRATOS. ....	119
6.5. CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS .....	119
6.6. NORMAS DE EJECUCIÓN. ....	120
6.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	120
6.7.1. OBJETO. ....	120
6.7.2. ALCANCE. ....	120
6.7.3. PERSONAL PREVISTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA. ....	121
6.7.4. UNIDADES Y MATERIALES QUE COMPOENEN LA OBRA. ....	121
6.7.4.1. Riesgos asociados a la unidad de obra. ....	122
6.7.4.2. Riesgos asociados a los materiales y maquinaria. ....	124
6.7.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES. ....	125
6.7.5.1. Protecciones individuales. ....	126
6.7.5.2. Protecciones colectivas .....	126
6.7.5.3. Higiene. ....	126
6.7.6. OBLIGACIONES DE LAS PARTES AFECTADAS. ....	127
 <b>7. ANALISIS DEL PROCEDIMIENTO DE LEGALIZACIÓN. ....</b>	 <b>128</b>
 <b>8. PRESUPUESTO. ....</b>	 <b>137</b>
 <b>9. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	 <b>138</b>
 <b>10. BIBLIOGRAFIA Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....</b>	 <b>142</b>

<b>ANEXOS</b> .....	145
<b>ANEXO I. DATOS DEL FABRICANTE DEL VEHÍCULO</b> .....	146
<b>ANEXO II. DATOS DEL FABRICANTE DEL MECANISMO</b> .....	156
<b>ANEXO III. INFORME DE IDONEIDAD DEL FABRICANTE DE 1ª Y 2ª FASE</b> .....	158
<b>ANEXO IV. INFORME DE CONFORMIDAD</b> .....	161
<b>ANEXO V. CERTIFICADO DE TALLER</b> .....	163
<b>ANEXO VI. CERTIFICADO DIRECCIÓN FINAL DE OBRA</b> .....	165

## **ÍNDICE DE FIGURAS:**

Figura 3.1. Esquema del proceso de producción de vehículos automóviles en España. ....	15
Figura 3.2. Esquema de diferentes tipos de Actos Reglamentarios. ....	17
Figura 3.3. Columnas según Anexo I del R.D.2028/1986 (Ejemplo). ....	18
Figura 3.4. Listado de directivas según Anexo II del R.D.2028/1986 (Ejemplo). ....	20
Figura 3.5. Países que forman la Comunidad Económica Europea. ....	23
Figura 3.6. Distintas fases que pueden aparecer en la homologación. ....	24
Figura 3.7. Ejemplo de sistema. Sistema de frenos. ....	25
Figura 3.8. Ejemplo de componente. Disco de freno. ....	25
Figura 3.9. Ejemplo de fabricantes de vehículos. ....	26
Figura 3.10. Autoridad de homologación en España. ....	27
Figura 3.11. Servicios Técnicos de homologación en España. ....	27
Figura 3.12. Ejemplo de homologación CE, tipo multifasica. ....	29
Figura 3.13. Nueva legislación derivada de la Directiva 2007/46/CE ....	31
Figura 3.14. Ejemplo de Actos Reglamentarios aplicables a vehículos de categoría N. ....	33
Figura 3.15. Ejemplo de formato de ficha reducida según R.D.750/2010. ....	34
Figura 3.16. Ejemplo de nueva tarjeta ITV. ....	35
Figura 3.17. Estación de ITV en S.S.de los Reyes (Madrid) ....	37
Figura 3.18. Servicios técnicos de reformas. ....	38
Figura 3.19. Placa distintivo de los talleres de reparación. ....	38
Figura 3.20. Estructura general del Manual de Reformas de Vehículos. ....	39
Figura 3.21. Grupos de partes o sistemas que puedan verse afectados por reformas. ....	40
Figura 3.22. Ficha del código de reforma 8.60, para la Sección I. ....	41
Figura 3.23. Resumen del proceso de la reforma. ....	43
Figura 3.24. Actos Reglamentarios de un vehículo incompleto, categoría N. ....	44
Figura 3.25. Ruta reglamentaria en carrozados iniciales actuales, con homologación de tipo española ó europea. ....	46
Figura 3.26. Ruta reglamentaria para vehículos completados, con homologación de tipo europea, desde el 29/10/2014. ....	47
Figura 3.27. Transformación de un camión chasis-cabina en camión portacontenedores de obra. ....	48
Figura 3.28. Directrices del fabricante Mercedes Benz. ....	49
Figura 4.1. Posición del centro de gravedad longitudinal en el mecanismo portacontenedores. ....	57
Figura 4.2. Posición del centro de gravedad longitudinal en el contenedor. ....	57
Figura 4.3. Esquema de masas y reacciones en carga máxima. ....	61
Figura 4.4. Distribución y reacciones de las masas provocada por el mecanismo y su carga útil. ....	63
Figura 4.5. Diagrama de esfuerzos flectores y cortantes del mecanismo y de su carga útil. ....	65

Figura 4.6. Diagrama de esfuerzos cortantes y flectores del mecanismo y de su carga útil utilizando ANSYS. ....	66
Figura 4.7. Bastidor de montaje (1). Bastidor del vehículo (2). ....	67
Figura 4.8. Sección conjunta larguero del bastidor y falso bastidor. ....	68
Figura 4.9. División en figuras simples de la sección conjunta larguero del bastidor y falso bastidor. ....	69
Figura 4.10. Diagrama de esfuerzos flectores. ....	70
Figura 4.11. Diagrama de esfuerzos cortantes. ....	72
Figura 4.12. Representación gráfica de las cargas y distancias que intervienen en el sumatorio de momentos. ....	74
Figura 4.13. Mecanismo portacontenedores. ....	75
Figura 4.14. Vehículo sin carrozado. ....	76
Figura 4.15. Representación gráfica para el cálculo de momento de vuelco con radio mínimo. ....	77
Figura 4.16. Representación gráfica para el cálculo de momento de vuelco con radio máximo. ....	78
Figura 4.17. Modelo bidimensional para el cálculo aproximado de las velocidades límite de vuelco y derrape. ....	81
Figura 4.18. Altura del centro de gravedad geométrico en modelo de mecanismo portacontenedores. ....	84
Figura 4.19. Altura del centro de gravedad geométrico del contenedor. ....	85
Figura 4.20. Tornillos parte delantera y lateral. ....	93
Figura 4.21. Vista en planta de la disposición de las pletinas (en rojo), sobre el bastidor de montaje-bastidor del vehículo. ....	94
Figura 4.22. Dimensiones de las ruedas (llanta y neumático). ....	101
Figura 4.23. Reparto de la carga útil en el momento del arranque. ....	102
Figura 4.24. Reparto de la carga útil en el momento de la frenada. ....	105
Figura 5.1. Ejemplo de vehículo que incumple requisitos de alumbrado y señalización trasera. ....	107
Figura 5.2. Visibilidad geométrica correcta para luz de posición / catadióptrico lateral. ....	109
Figura 5.3. Ángulos de visibilidad geométrica correcta para luz de posición / catadióptrico lateral. ....	110
Figura 5.4. Comprobación horizontal y vertical con goniómetro, del ángulo de visibilidad geométrica. ....	110
Figura 5.5. Distancias indicadores luminosos. ....	111
Figura 5.6. Comprobación de los ángulos de visibilidad geométrica mínimos. ....	112
Figura 5.7. Emplazamiento de la placa matrícula trasera. ....	114
Figura 5.8. Emplazamiento de la protección trasera. ....	114
Figura 5.9. Protección lateral del vehículo. ....	115
Figura 5.10. Emplazamiento de la protección lateral. ....	116
Figura 5.11. Emplazamiento de los dispositivos antiproyección. ....	117
Figura 6.1. Operaciones asociadas a la obra. ....	122
Figura 6.2. Riesgos asociadas a la unidad de obra. ....	123

Figura 6.3. Protecciones individuales .....	126
Figura 7.1. Vías de legalización del Caso 1. Vehículo base con Homologación de Tipo Nacional. ....	131
Figura 7.2. Vías de legalización del Caso 2. Vehículo base con Homologación de Tipo Europea. ....	134
Figura 7.3. Caso 3. Homologación multifase. ....	136



## **ÍNDICE DE TABLAS:**

Tabla 3.1. Categorías de vehículos dedicados al transporte de personas. ....	20
Tabla 3.2. Categorías de vehículos dedicados al transporte de mercancías. ....	21
Tabla 3.3. Clasificación de remolques y semirremolques por categorías.....	21
Tabla 3.4. Clasificación ciclomotores, motos, triciclos y cuadriciclos por categorías. ....	21
Tabla 3.5. Clasificación de vehículos agrícolas por categorías. ....	22
Tabla 3.6. Calendario de aplicación de la Directiva 2007/46/CEE.....	32
Tabla 3.7. Contraseñas de Homologación de Tipo Nacional (HTN), Serie Corta Nacional (SCN) y Homologación Individual (HI). ....	36
Tabla 3.8. Calendario de aplicación de la Directiva 2007/46/CE, para vehículos completados N2 y N3.....	46
Tabla 4.1. Valores de las figuras simples de la sección conjunta bastidor y falso bastidor. ....	69
Tabla 4.2. Resultados sección conjunta. ....	70
Tabla 4.3. Altura del centro de gravedad del chasis (Directrices Mercedes Benz).....	83
Tabla 4.4. Peralte y radios mínimos de curva según Norma 3.1-IC. ....	87
Tabla 4.5. Velocidad límite de vuelco ( $v_{lv}$ ), en función del radio (R) y peralte ( $\xi$ ). Comparativa con la velocidad específica de la curva (v). Carreteras Grupo 1.....	87
Tabla 4.6. Velocidad límite de vuelco ( $v_{lv}$ ), en función del radio (R) y peralte ( $\xi$ ). Comparativa con la velocidad específica de la curva (v). Carreteras Grupo 2.....	88
Tabla 4.7. Evaluación de la seguridad en las curvas aplicando condiciones normativas (carreteras del Grupo 1, Norma 3.1-IC). ....	90
Tabla 4.8. Evaluación de la seguridad en las curvas aplicando condiciones normativas (carreteras del Grupo 2, Norma 3.1-IC). ....	90
Tabla 4.9. Valores medios del coeficiente de adherencia entre neumático y superficie de rodadura.....	91
Tabla 4.10. Valores de velocidad límite de deslizamiento para carreteras Grupo 1. ....	91
Tabla 4.11. Valores de velocidad límite de deslizamiento para carreteras Grupo 2. ....	91
Tabla 5.1. Comprobación sobre el vehículo de la luz de gálibo delantera. ....	108
Tabla 5.2. Comprobación sobre el vehículo de los catadióptricos y luces de posición laterales. ....	110
Tabla 5.3. Ángulos de visibilidad geométrica de los distintos dispositivos de alumbrado y señalización. ....	112
Tabla 5.4. Comprobación sobre el vehículo de los dispositivos de alumbrado y señalización trasera.....	113
Tabla 5.5. Comprobación sobre el vehículo del alojamiento de placa de matrícula. ....	114
Tabla 5.6. Comprobación sobre el vehículo del dispositivo antiempotramiento trasero.....	115
Tabla 5.7. Comprobación sobre el vehículo del dispositivo antiempotramiento lateral. ....	116
Tabla 5.8. Comprobación sobre el vehículo de los dispositivos antiproyección. ....	117

## **1. INTRODUCCIÓN**

El sector del automóvil es una pieza clave del tejido industrial español y europeo, tanto del vehículo ligero como pesado, con una venta anual aproximada de 14 millones de vehículos en todo el continente.

Cada vehículo que sale a la venta y circula por las carreteras Europeas, ha visto la luz después de un proceso de diseño por parte del fabricante que desea poner su producto en el mercado. Este diseño no solo será ingenieril sino también debe responder a obligaciones legislativas de la Unión Europea para la seguridad y el medio ambiente, y deberá conocer al detalle los requisitos técnicos que deberá cumplir su vehículo para poder ser comercializado en el continente europeo ó en un Estado miembro en particular, dedicando numerosos esfuerzos al diseño optimo de su producto. De esta forma, cuando un fabricante piensa un vehículo, no sólo tendrá en cuenta las prestaciones del mismo sino que cualquier elemento del mismo podrá englobarse dentro de lo grupos siguientes:

- Seguridad activa: Engloba este concepto cuantos sistemas están relacionados con la forma en la que el vehículo mantiene su estabilidad en condiciones de aceleración, marcha, desaceleración y frenada.



Figura1.1. Ejemplo de elementos de seguridad activa.

- Seguridad pasiva: Derivada de las repercusiones del tráfico y destinada a paliar las consecuencias de los accidentes en el conductor y pasajeros del vehículo.

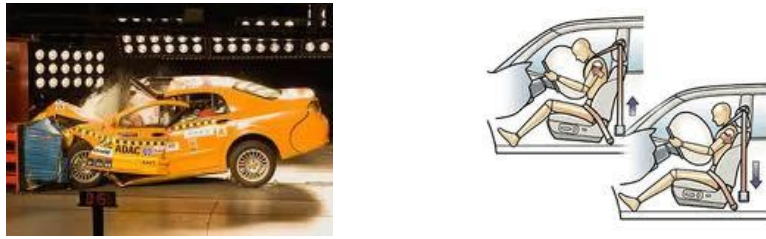


Figura 1.2. Ejemplos de elementos de seguridad pasiva.

- Medio Ambiente: Todos los sistemas que tengan influencia en la contaminación atmosférica por emisiones contaminantes, ruidos y reciclaje.



Figura 1.3. Ejemplo de elementos influyentes en el medio ambiente.

- Otros: Se engloba en este apartado los componentes que influyen en el cumplimiento de actos reglamentarios que no están recogidos en los apartados anteriores, como placas reglamentarias, compatibilidad electromagnética, mercancías peligrosas (en su caso), etc...

Una vez acabado el vehículo en la fábrica y preparado para su comercialización, ó vehículos matriculados puestos en circulación, pueden ser sometidos a transformaciones para cubrir diferentes necesidades de los usuarios de los mismos. De esta forma se pueden transformar los vehículos ligeros sustituyendo, modificando ó añadiendo diferentes elementos como enganches para el arrastre de un remolque, elementos de alumbrado y señalización, modificaciones en la carrocería, etc.... Las transformaciones a realizar en los vehículos pesados responden, por lo general, a necesidades de

sectores más específicos como el transporte de mercancías y la construcción, donde se completa un vehículo base chasis-cabina con una carrocería que puede ser una caja abierta o cerrada, isoterma, plataforma portavehículos, cisterna, basculante de obras, portacontenedores, entre otras muchas configuraciones posibles, ó donde se sustituye en un vehículo completo su carrocería por otra de diferentes características.



Camión Caja Cerrada



Camión de Obras Basculante



Camión Portacontenedores



Camión Cisterna



Camión Hormigonera

Figura 1.4. Ejemplos de diferentes tipos de carrocerías para vehículos pesados.

Al transformar un vehículo, se debe asegurar las condiciones de seguridad vial y medio ambiente, de la misma forma que un vehículo sin transformar autorizado a circular por la vía pública, por lo que existe una reglamentación específica que regula este tipo de transformaciones, denominadas reformas de vehículos.

Actualmente se está atravesando en España un cambio legislativo en materia de vehículos, adaptándose al progreso técnico y a la reglamentación europea. Se modifican los procedimientos de homologación de tipo, la regulación de las reformas sobre los vehículos, tipos de documentación y otros requisitos, que están generando dudas e incertidumbres entre organismos y entidades implicadas en procesos de este tipo (fabricantes, servicios técnicos de reformas, estaciones itv, etc...) y entre los usuarios de vehículos que necesitan realizar algún tipo de transformación sobre los mismos, por lo que es necesario generar canales de información que faciliten la interpretación y adaptación a las nuevas exigencias legislativas.

## **2. OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL PROYECTO.**

El principal objetivo del presente proyecto es la obtención, por parte del autor, del título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Mecánica.

Este proyecto presenta el estudio de la transformación de un camión chasis cabina incompleto, a un vehículo portacontenedores de obra.

La elección de este tipo de transformación se debe por una parte a la necesidad de este tipo de vehículos en cualquier tipo de obra, ya sea menor o mayor, por lo que a pesar de la crisis actual en el sector de la construcción, siguen proliferando este tipo de transformaciones. Por otra parte, desde el punto de vista ingenieril, su justificación técnica tiene especial interés, no solamente por el estudio de cómo afecta al vehículo base la instalación de una carrocería con su carga útil, sino que además, cómo le afecta cuando esta carrocería trabaja como mecanismo.

También cabe destacar el momento de cambio legislativo en que se encuentra el sector del automóvil, por lo que se considera oportuno realizar un análisis del mismo.

Se pretende con una primera parte sentar las bases reglamentarias que se ven afectadas en el proceso de transformación de vehículos, analizando los cambios recientes en la legislación nacional que se adapta progresivamente a la europea. Se atenderá primero a la interpretación del R.D.2028/1986, que fija las fechas de obligatoriedad de determinados actos reglamentarios, entre ellos la nueva directiva marco 2007/56/CE, de la que se hará una síntesis de los elementos clave para nuestro estudio y cuyas disposiciones han dado lugar a nuestra actual legislación de homologación y de reformas de vehículos. Se diferenciará entre reforma de vehículos y carrozado inicial.

La justificación técnica de la transformación del vehículo base a camión portacontenedores de obra, se desarrollará en una serie de apartados con los

cálculos de las reacciones sobre los ejes en estático, resistencia del bastidor, estabilidad del vehículo en maniobras de carga y descarga, estabilidad lateral en circulación, uniones de la superestructura al vehículo, y la influencia sobre el reparto de la carga sobre los ejes en momentos críticos como es el arranque y la frenada.

Con ánimo de asegurar el correcto cumplimiento de las directivas afectadas en la transformación, se incluye en este proyecto un apartado de control de las mismas, haciéndose responsable la dirección facultativa de la correcta ejecución por parte del instalador de la superestructura.

Debe incluirse en el estudio un pliego de condiciones, quedando estas definidas para el tiempo que dure la obra, así como las responsabilidades de las partes que intervienen en el proceso.

Una vez estudiada la transformación se realizará un análisis del procedimiento de legalización y documentos necesarios según la reglamentación actual, con supuestos que pueden darse en una transformación de la naturaleza de este estudio, marcando rutas bien definidas que lleven a la autorización administrativa y posterior matriculación del vehículo. Este último capítulo es de especial importancia, debido a las numerosas dudas e incertidumbres surgidas a raíz de los últimos cambios legislativos, en los organismos y entidades implicadas en procesos de este tipo (fabricantes, carroceros, itv's, servicios técnicos de reformas, etc...).

Se incluirá un presupuesto detallado del coste del proceso total de la transformación (estudio técnico, ejecución y legalización), y un último capítulo resumen con las principales conclusiones.

### 3. ESTADO DEL ARTE.

El proyecto en cuestión se encuentra englobado dentro de un amplio sector de la industria del transporte por carretera, en la que están implicados una serie de entidades, organismos, instalaciones y reglamentación, todas ellas fundamentales para llevar a buen término cualquier transformación que se realiza en los vehículos, siendo capaces de asegurar la seguridad activa y pasiva de estos y su comportamiento en lo que concierne a la protección del medio ambiente, así como colaborar en la defensa de los derechos a los consumidores.

Para poder entender el alcance del proyecto es necesario conocer el marco legal, que encuadra la fabricación de vehículos de transporte por carretera en España y Europa, ya que influye directa ó indirectamente en el proceso de reformas de vehículos.



Figura 3.1. Esquema del proceso de producción de vehículos automóviles en España.



### **3.1. AMBITO REGLAMENTARIO:**

#### **3.1.1. INTRODUCCIÓN:**

Concepto de homologación: La homologación es la acción de homologar, cuya definición es: contrastar el cumplimiento de determinadas especificaciones o características de un objeto o de una acción<sup>1</sup>.

Para acreditar la homologación, la Autoridad competente en esa materia emite un certificado de homologación y puede asignar una contraseña de homologación, con la que relaciona dicho certificado y actos reglamentarios que han servido de referencia. Así, podemos encontrar desde un juguete, hasta un tren de pasajeros, homologados conforme a alguna reglamentación. De la misma forma, el camión motivo de estudio, que se va a transformar, también ha sufrido un proceso de homologación, y que una vez transformado, no debe alterar las condiciones originales que autorizaban su puesta en circulación. La homologación de vehículos en automoción, se denomina “homologación de tipo”, y es el procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos pertinentes. En España, la certificación del cumplimiento de la homologación lo realiza el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Actos reglamentarios: Es una directiva en particular o un reglamento. Un vehículo debe cumplir numerosos actos reglamentarios, en función de cada uno de los sistemas que lo componen. La forma de aplicar estos actos reglamentarios en nuestro país, se definen de forma concreta en Reales Decretos.

---

<sup>1</sup> Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española.





Figura 3.2. Esquema de diferentes tipos de Actos Reglamentarios.

### 3.1.2. REAL DECRETO 2028/1986.

El Real Decreto 2028/1986, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos, es el que nos dicta la serie de actos reglamentarios que deben cumplir cada uno de los tipos de vehículos.

El Real Decreto 2028/1986, se actualiza periódicamente por medio de Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobadas a través de Órdenes que se publican en el Boletín Oficial del Estado. Los anexos actualizados, son imprescindibles, para poder conocer la obligatoriedad de los distintos actos reglamentarios y sus fechas de entrada en vigor. La estructura de estos anexos es la siguiente:

- **ANEXO I**: Consta de 4 partes diferenciadas, todas ellas con la misma estructura.

1.- Vehículos automóviles, sus partes y piezas (categorías M, N y O).

La estructura de todas las partes, se compone de cinco columnas de la siguiente forma:

1.- Vehículos automóviles y sus partes y piezas

1	2	3	4	5	
Materia objeto de Reglamentación (H) (D)	Nº Directiva Art. 3.	Nuevos tipos Art. 4.1.	Nueva matrícula Art. 4.2.	Reglamentación a que se refiere Art. 4.3. (F) (M)	Observaciones
Recepción CE de Vehículos a motor	70/156 78/315 78/547 80/1267 87/358 87/403 92/53 93/81 98/14 2001/116	(-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-)	(-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (A*)	<del>Real Decreto 2140/85 de 9 de octubre</del> Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, con excepción de los vehículos de la categoría M1 con motor de combustión interna.	Para la obtención de una homologación CE será necesario cumplir con toda la reglamentación parcial indicada en el anexo correspondiente de la Directiva 2007/46 modificada por la última Directiva aplicable.
2007/46 R(CE)1060/2008 R(CE)385/2009 R(CE)661/2009 R(UE)371/2010	(A) (1) (A) (A)(2) (A1-11-11)(A*) (A)	(1)  (A29-04-09)(A*) (A1-11-14)(A*) (A)		(1) Deroga la 70/156*2001/116 a partir del 29-04-09. Para fechas de obligatoriedad ver texto de la Directiva. (*) Los COC según modelo anterior a R(CE)385/2009 seguirán siendo válidos hasta 29-04-2019	
Nivel sonoro admisible	70/157 73/350 77/212 81/334 84/372 84/424 89/491 92/97 96/20 1999/101 2007/34	(-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-)	(-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (-) (A*) (1) (A*) (A*)	Reglamentos CEPE/ONU 51R02 y 116R00 (L)	(1) Sólo para recambios

Figura 3.3. Columnas según Anexo I del R.D.2028/1986 (Ejemplo).

Empezando de izquierda a derecha según Figura 2.3:

La columna número 1 es la correspondiente al nombre e identificación numérica de cada directiva base y de sus sucesivas directivas correctoras. En la tabla se han expuesto dos materias a modo de ejemplo.

La columna 2, es la legislación aplicable a la homologación de “Nuevos Tipos” según se menciona en el art. 4.1 del R.D.2028/86. Es decir, la fecha en la que es requisito imprescindible cumplir un acto reglamentario determinado, para conseguir una homologación de tipo para un vehículo nuevo.

La columna 3, es la legislación aplicable a “Nuevas Matriculas” según se menciona en el art. 4.2. del R.D.2028/86. Al igual que en la columna 2, ésta marca fechas límite, pero esta vez para vehículos que habiendo conseguido su homologación de tipo, aún no se han matriculado. Es importante conocer y tener en cuenta esta parte de la reglamentación,

ya que se puede dar el caso de vehículos que una vez fabricados, no se matriculan en un periodo largo de tiempo. Si en este intervalo deja de tener validez algún acto reglamentario, el fabricante del vehículo deberá solicitar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, una autorización para poder matricular, a través de un “listado fin de serie”.

La columna 4, es la reglamentación que puede ser alternativa a las directivas, en cada caso, y que corresponde a los Reglamentos de Naciones Unidas o a la Reglamentación Nacional, según se menciona en el art. 4.3. del R.D.2028/86.

La columna 5 son observaciones a la aplicación de la Legislación reseñada en las anteriores columnas.

Por último, al final de este anexo I, existe un apartado llamado “Notas”, en el que explica cada uno de los símbolos y letras que aparecen en cada una de las columnas anteriormente expuestas. De especial interés es la nota expresada como (H), la cual faculta al Ministerio a autorizar en ciertos casos la sustitución en el cumplimiento de una directiva o reglamento por un informe favorable de un laboratorio oficial acreditado para dicha regulación.

2.- Tractores agrícolas.

3.- Vehículos de 2, 3 ruedas y cuadriciclos.

4.- Varios.

Estos tres últimos apartados 2, 3 y 4, se interpretan de la misma forma que el apartado 1, pero con actos reglamentarios específicos para cada uno de ellos. No se explican con mayor detalle por estar fuera del alcance de este proyecto.

- **ANEXO II:** Listado de directivas, número, fecha, identificación y fecha de publicación en el DOUE.

Este anexo contempla el listado de directivas que son de aplicación, identificando los títulos respecto a su codificación numérica y las fechas en que se publicaron.

## ANEXO II

Número y fecha de la Directiva	Título (*)	Fecha publicación DOUE
70/156, de 6 de febrero	Recepción CEE de Vehículos a motor	23 /02/1970
70/157, de 6 de febrero	Nivel sonoro admisible	23 /02/1970
70/220, de 20 de marzo	Emisiones de vehículos	06/04/1970
70/221, de 20 de marzo	Depósitos de combustible líquido / Protección trasera	06/04/1970
70/222, de 20 de marzo	Emplazamiento y montaje de placas traseras de matrícula	06/04/1970
70/311, de 8 de junio	Equipo de dirección	18/06/1970
70/387, de 27 de julio	Cerraduras y bisagras de las puertas	10/08/1970
70/388, de 27 de julio	Avisadores acústicos	10/08/1970
71/127, de 1 de marzo	Retrovisores	22/03/1971
71/320, de 26 de julio	Frenado	06/09/1971
72/245, de 20 de junio	Antiparasitado	06/07/1972
72/306, de 2 de agosto	Humos motores diesel	20/08/1972
73/350, de 7 de noviembre	Nivel sonoro admisible (70/157 - 70/157)	22/11/1973
74/60, de 17 de diciembre de 1973	Acondicionamiento interior	11/02/1974
74/61, de 17 de diciembre de 1973	Dispositivos antirrobo	11/02/1974
74/132, de 11 de febrero	Frenado (71/320 - 71/320).	19/03/1974

Figura 3.4. Listado de directivas según Anexo II del R.D.2028/1986 (Ejemplo).

Tanto el R.D. 2028/86, como las diferentes directivas y reglamentos, tratan los vehículos por categorías, como se definen en las siguientes tablas:

### Categorías de vehículos:

Categorías por criterio de homologación	Descripción
<b>Categoría M</b>	<b>Vehículos de motor destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos 4 ruedas. (Directiva 70/156/CEE).</b>
Categoría M1	≤ 9 plazas incluido el conductor
Categoría M2	>9 plazas incluido el conductor y MMTA ≤ 5000kg
Categoría M3	>9 plazas incluido el conductor y MMTA > 5000kg

Tabla 3.1. Categorías de vehículos dedicados al transporte de personas.

Categorías por criterio de homologación	Descripción
<b>Categoría N</b>	<b>Vehículos de motor destinados al transporte de mercancías y que tengan por lo menos 4 ruedas. (Directiva 70/156/CEE).</b>
<b>Categoría N1</b>	<b>MMTA <math>\leq 3500\text{kg}</math></b>
Categoría N2	MMTA $>3500\text{kg}$ y $\leq 12000\text{kg}$
<b>Categoría N3</b>	<b>MMTA <math>&gt; 12000\text{kg}</math></b>

Tabla 3.2. Categorías de vehículos dedicados al transporte de mercancías.

Categorías por criterio de homologación	Descripción
<b>Categoría O</b>	<b>Remolques, (incluidos los semirremolques). (Directiva 70/156/CEE)</b>
Categoría O1	MMTA $\leq 750\text{kg}$
Categoría O2	MMTA $>750\text{kg}$ y $\leq 3500\text{kg}$
Categoría O3	MMTA $>3500\text{kg}$ y $\leq 10000\text{kg}$
Categoría O4	MMTA $> 10000\text{kg}$

Tabla 3.3. Clasificación de remolques y semirremolques por categorías.

Categorías por criterio de homologación	Descripción
<b>Categoría L</b>	<b>Vehículos de motor de dos o tres ruedas, gemelas o no, y cuadriciclos destinados a circular por carretera. (Directiva 2002/24/CE)</b>
Categoría L1e	Ciclomotores: Vehículos 2 ruedas, Veloc.Max=45km/h con Cil $\leq 50\text{cm}^3$ ó potencia continua nominal máxima $\leq 4\text{kW}$ (motores eléctricos).
Categoría L2e	Vehículos de 3 ruedas, Veloc.Max=45km/h con Cil $\leq 50\text{cm}^3$ ó potencia continua nominal máxima $\leq 4\text{kW}$ (motores eléctricos).
Categoría L3e	Motocicletas: Vehículos de 2 ruedas sin sidecar con Cil $> 50\text{cm}^3$ y velocidad máxima $> 45\text{km/h}$ .
Categoría L4e	Vehículos de 2 ruedas con sidecar, con Cil $> 50\text{cm}^3$ y velocidad máxima $> 45\text{km/h}$ .
Categoría L5e	Vehículos de 3 ruedas simétricas, con Cil $> 50\text{cm}^3$ y velocidad máxima $> 45\text{km/h}$ .
Categoría L6e	Cuadriciclos ligeros con Tara $\leq 350\text{kg}$ , Cil $> 50\text{cm}^3$ ó Pot.Max $\leq 4\text{kW}$ y velocidad máxima $> 45\text{km/h}$ .
Categoría L7e	Cuadriciclos ligeros con Tara $\leq 400\text{kg}$ ( $\leq 550\text{kg}$ para vehículos destinados al transporte de mercancías) y Pot.Max $\geq 4\text{kW}$ .

Tabla 3.4. Clasificación ciclomotores, motos, triciclos y cuadriciclos por categorías.

Categorías por criterio de homologación	Descripción
<b>Categoría T</b>	<b>Vehículos especiales de 2 o más ejes concebidos y contruidos para arrastrar, empujar, llevar o accionar aperos, maquinaria o remolques agrícolas (Directiva 2001/3/CE).</b>
Categoría T1	Tractores de ruedas con una veloc.max $\leq 40\text{km/h}$ , ancho vía $\geq 1150\text{mm}$ al menos en un eje, tara $> 600\text{kg}$ y altura libre sobre el suelo $\leq 1000\text{mm}$
Categoría T2	Tractores de ruedas con una veloc.max $\leq 40\text{km/h}$ , ancho vía $< 1150\text{mm}$ al menos en un eje, tara $> 600\text{kg}$ y altura libre sobre el suelo $\leq 600\text{mm}$
Categoría T3	Tractores de ruedas con una veloc.max $\leq 40\text{km/h}$ y tara $\leq 600\text{kg}$ .
Categoría T4	Otros tractores con una veloc.max $\leq 40\text{km/h}$ .

Tabla 3.5. Clasificación de vehículos agrícolas por categorías.

En la tabla 2.2. se ha marcado de color azul la categoría del vehículo sobre el cual trata este estudio. (N3).

El 21 de Octubre de 2009, se publicó una actualización del R.D.2028/1986, donde figuraba en la columna 1, la entrada en vigor de la Directiva 2007/46, por la cual se modifica el marco legal de homologación de vehículos en Europa, y que será el inicio de una nueva reglamentación a través del Real Decreto 750/2010, que concretiza las disposiciones de dicha directiva dentro del marco legal español.

La entrada en vigor de la Directiva 2007/46, también ha provocado que se modifique la reglamentación referente a reformas de importancia (R.D.736/1988 de 8 de julio), por ser incompatible con las disposiciones que en ella se recogen, dando lugar al R.D.866/2010 de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de reformas de vehículos.

### 3.1.3. DIRECTIVA 2007/46/CE.

Se resume a continuación los aspectos más relevantes de la directiva con el fin de entender los cambios en la legislación actual.

La Directiva 2007/46/CE del parlamento Europeo y del consejo de 5 de septiembre de 2007 por la que se crea un marco para la homologación de vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos, establece un marco armonizado que contiene los requisitos técnicos generales y disposiciones administrativas para la homologación de todos los vehículos nuevos incluidos en su ámbito de aplicación, así como la homologación de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes, destinados a dichos vehículos, con el fin de facilitar su matriculación, venta y puesta en servicio dentro de la Comunidad.



Figura 3.5. Países que forman la Comunidad Económica Europea.

La Directiva se aplicará a la homologación de tipo diseñados y fabricados en una o varias fases para circular por carretera y a los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes diseñados y fabricados para dichos vehículos. También se aplicará a la homologación individual de dichos vehículos. Dentro del ámbito de aplicación, incluye a todas las categorías de vehículos, excepto motos y tractores agrícolas.



Cabe destacar algunas definiciones contempladas en esta Directiva:

- a- Homologación de tipo multifásica: El procedimiento mediante el cual uno o varios Estados miembros certifican que, dependiendo del grado de acabado, un tipo de vehículo incompleto o completado cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos de la presente Directiva.
- b- Vehículo de base: Todo vehículo que se utiliza en la fase inicial de un proceso de homologación de tipo multifásico.
- c- Vehículo incompleto: Todo vehículo que deba pasar por lo menos por una fase más para ser completado y cumplir los requisitos técnicos pertinentes de la presente Directiva.
- d- Vehículo completado: El vehículo, producto del procedimiento de homologación de tipo multifásico, que cumpla los requisitos técnicos pertinentes de la presente Directiva.
- e- Vehículo completo: Todo vehículo que no necesita ser completado para que cumpla los requisitos técnicos pertinentes de la presente Directiva.



Figura 3.6. Distintas fases que pueden aparecer en la homologación.



- f- Sistema: Conjunto de dispositivos combinados para llevar a cabo una o varias funciones específicas en un vehículo y que está sujeto a los requisitos de cualquier acto reglamentario.

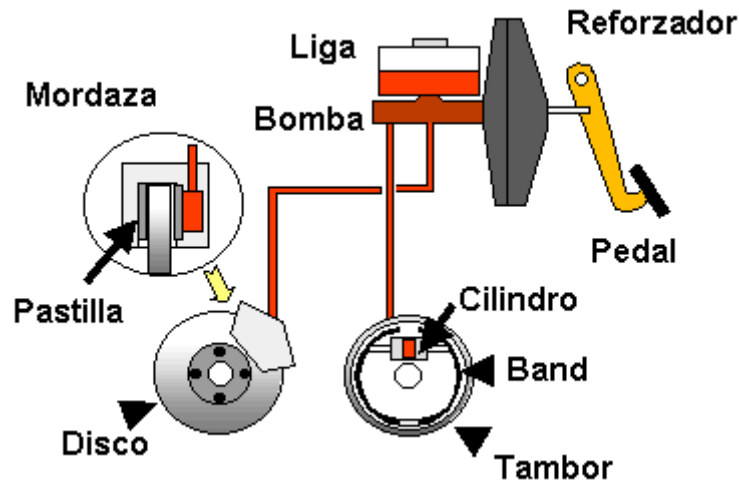


Figura 3.7. Ejemplo de sistema. Sistema de frenos.

- g- Componente: El dispositivo, sujeto a los requisitos de un acto reglamentario, destinado a formar parte de un vehículo, que podrá homologarse independientemente de dicho vehículo cuando el acto reglamentario así lo disponga explícitamente.



Figura 3.8. Ejemplo de componente. Disco de freno.

- h- Unidad técnica independiente: el dispositivo, sujeto a los requisitos de un acto reglamentario, destinado a formar parte de un vehículo y que podrá homologarse independientemente, pero solo en relación con uno o varios tipos específicos de vehículos cuando el acto reglamentario así lo disponga explícitamente.
- i- Fabricante: La persona u organismo responsable ante la autoridad de homologación de todos los aspectos del proceso de homologación o autorización, y de garantizar la conformidad de la producción. No es esencial que la persona u organismo participen directamente en todas las fases de fabricación de un vehículo, sistema, componente ó unidad técnica independiente sujeta al proceso de homologación.



Figura 3.9. Ejemplo de fabricantes de vehículos.

- j- Representante del fabricante: Toda persona física o jurídica establecida en la Comunidad, debidamente designada por el fabricante para que lo represente ante las autoridades competentes y para que actúe en su nombre en el ámbito cubierto por la presente Directiva; cuando se hace referencia al término fabricante ha de entenderse que se indica tanto al fabricante como a su representante.

- k- Autoridad de homologación: La autoridad de un Estado miembro con competencias en todos los aspectos de la Homologación de tipo de un vehículo, sistema, componente ó unidad técnica independiente, ó de la homologación individual de un vehículo, del proceso de autorización, de la emisión, y en su caso, de la retirada de certificados de homologación, así como para actuar como punto de contacto con las autoridades de homologación de los demás Estados miembros, para designar los servicios técnicos y garantizar que el fabricante cumple sus obligaciones sobre conformidad de la producción.



Figura 3.10. Autoridad de homologación en España.

- l- Servicio técnico: La organización o entidad designada por la autoridad de homologación de un Estado miembro como laboratorio para llevar a cabo ensayos de homologación o como entidad de evaluación de la conformidad para llevar a cabo la inspección inicial y otros ensayos o inspecciones en nombre de la autoridad de homologación, siendo posible que la propia autoridad de homologación lleve esas funciones.



Figura 3.11. Servicios Técnicos de homologación en España.

- m- Certificado de homologación de tipo: El documento por el cual la autoridad de homologación certifica oficialmente que un tipo de vehículo, sistema, componente ó unidad técnica independiente está homologado.

- n- Certificado de homologación CE: El certificado establecido en el anexo VI ó el anexo correspondiente a una directiva o reglamento. El formulario de comunicación establecido en el anexo pertinente de uno de los Reglamentos CEPE enumerados en la parte I o en la parte II de la presente Directiva se considerará equivalente a un certificado de homologación de tipo CE.
- o- Certificado de homologación individual: El documento por el cual la autoridad de homologación certifica oficialmente que un vehículo concreto está homologado.
- p- Certificado de conformidad: El documento establecido en el anexo IX, expedido por el fabricante, y por el que se certifica que un vehículo perteneciente a la serie de un vehículo homologado con arreglo a lo dispuesto en la presente Directiva cumple todos los actos reglamentarios en el momento de su fabricación.

La principal novedad que incluye esta Directiva son los tipos de homologación, a la que se adapta la actual legislación nacional. Son los siguientes:

**A. Homologación de tipo CE.** La contraseña de homologación tendrá la siguiente estructura:

e1\*2007/46\*0000

e9: e de Europa, más código numérico del Estado miembro.

2007/46: Nombre de la directiva marco.

0000: Numero de homologación que asigna el fabricante.

La homologación de tipo CE, puede conseguirse a través de diversas vías:

- De una sola vez: Consiste en obtener de una sola vez la homologación de un vehículo completo.
- Por etapas: Consiste en obtener por etapas el conjunto completo de certificados de homologación.
- Homologación Multifásica: Uno o varios Estados miembros certifican que, dependiendo del grado de acabado, un tipo de vehículo incompleto o completado cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos de la directiva.

Cada fabricante de fase asigna una contraseña de homologación con su certificado de conformidad.

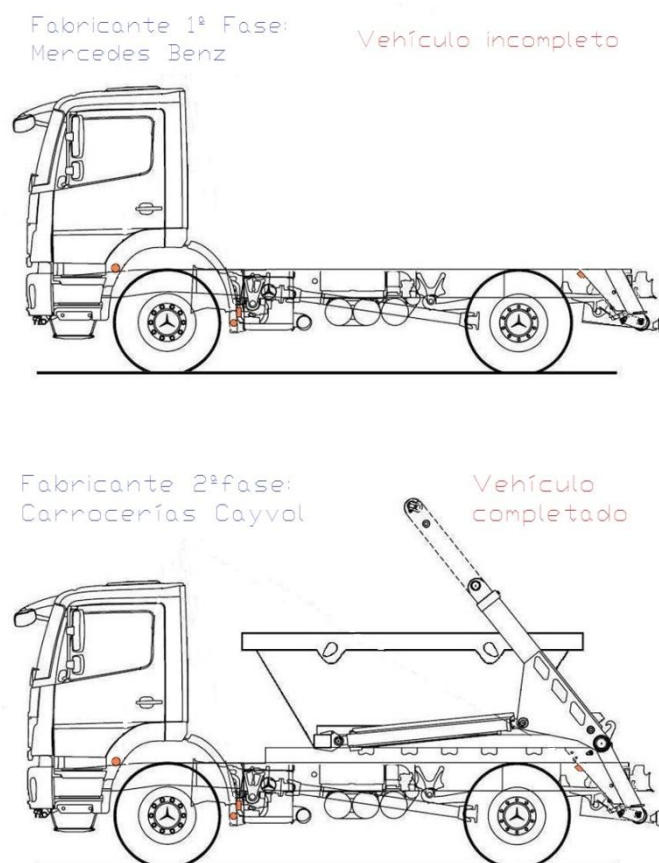


Figura 3.12. Ejemplo de homologación CE, tipo multifásica.

**B. Serie corta CE.** La contraseña de homologación tendrá la siguiente estructura:

e9\*KS01\*0000

KS01: Serie corta CE, seguido de la numeración que corresponda. Esta contraseña la puede asignar el fabricante. Esta vía no puede ser contemplada para el vehículo del que trata este proyecto, ya que pertenece a la categoría N3 y esta vía de homologación es exclusivamente para vehículos de categoría M1 y hasta 1000 unidades.

**C. Serie corta Nacional.** La contraseña de homologación tendrá la siguiente estructura:

e9\*KSN\*0000

KSN: Serie corta nacional. Esta contraseña la asigna el fabricante. Esta vía de homologación si podría ser utilizada para el vehículo del que trata este proyecto, siempre y cuando fueran 250 vehículos a incluir dentro de esta serie, ya que son las unidades que contempla la directiva para vehículos de categoría N2 y N3.

**D. Homologación individual.** Puede ser asignada por el fabricante o por un particular a través de un servicio técnico de homologaciones. La directiva no contempla contraseña, pero sí la legislación nacional que se tratará en otro apartado. Este proceso es viable para el vehículo del que trata este proyecto, pero no recomendable, ya que en este proceso se estaría repitiendo certificaciones de homologación que ya están justificadas, con los correspondientes costes que ello originaría. Por lo tanto, aunque es viable, queda descartado.

Además de los tipos de homologación, el artículo 26 de la presente Directiva autoriza a los Estados miembros a matricular, vender o puesta en servicio de vehículos sólo si van acompañados de un certificado de conformidad válido y expedido según el artículo 18. Esto quiere decir que cualquier vehículo que se vaya a matricular debe cumplir primero que esté homologado, que los requisitos técnicos de la homologación sean los mismos en el momento de su matriculación que los que cumplía cuando fue concedida esta, y si el vehículo rompe la homologación inicial por una transformación posterior a la matriculación, debe asegurar que cumple todos los actos reglamentarios necesarios, que le fueron exigidos en el momento de la homologación. Estos requisitos de la Directiva, impiden realizar reformas previas a la matriculación, uno de los motivos por lo que fue modificado el anterior R.D.736/1988 sobre reformas de importancia.



Figura 3.13. Nueva legislación derivada de la Directiva 2007/46/CE

La entrada en vigor de la Directiva 2007/46/CE, se hará según el siguiente calendario para cada categoría de vehículo, el cuál es de importancia destacada para el proyecto que nos ocupa. Se analizará posteriormente las distintas vías de legalización de la transformación del vehículo, por lo que se tendrán en cuenta las fechas previstas en dicho calendario.

Categorías	Fechas					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
M1	29 abril ▼					
Incompletos y completos						
N1		29 octubre ▼	29 octubre ■			
N2, N3, O1, O2, O3, O4		29 octubre ▼		29 octubre ■		
M2, M3	29 abril ▼ (1)	29 octubre ■				
Completados						
N1			29 octubre ▼		29 abril ■	
N2, N3				29 octubre ▼		29 octubre ■
O1, O2, O3, O4			29 octubre ▼		29 octubre ■	
M2, M3		29 abril ▼ (1)	29 octubre ■			
Especiales						
M1			29 abril ▼	29 abril ■		
M2, M3, N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4				29 octubre ▼		29 octubre ■

▼ Obligatorio para nuevos tipos      ■ Obligatorio para nuevas matrículas (todos los tipos)

(1) Estos plazos se prolongaran en 12 meses.

Tabla 3.6. Calendario de aplicación de la Directiva 2007/46/CEE

### 3.1.4. REAL DECRETO 750/2010.

Hasta el 24 de julio del año 2010, se regulaba la homologación de tipo de vehículos a través del R.D.2140/1985. Actualmente este Real Decreto es derogado por el R.D.750/2010.

El R.D.750/2010 abarca todas las categorías de vehículos, y nace con la intención de recoger las nuevas disposiciones de la Directiva Marco 2007/46/CEE, y evitar contradicciones entre las disposiciones Europeas y Nacionales.

Las novedades que influencia pueden tener en el presente estudio se presentan a continuación:



- Para cada categoría se introduce la lista con el nivel de Requisitos Técnicos (Actos Reglamentarios), exigidos para la homologación. (Anexo III, apéndice 5 del R.D. 750/2010). Para el tipo de vehículo del proyecto, la siguiente tabla recoge, a modo de ejemplo, algunas de las directivas necesarias para su homologación.

Categoría: N1, N2 y N3					
	Asunto	Número AR (*)	Serie Corta Nacional (H)	Homologación Individual (H)	
				Completo	Completados y transformados
1	Nivel sonoro	70/157/CEE	A	A	A
2	Emisiones	70/220/CEE	X	A	X
3	Depósitos de combustible / dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	X(2) A	A(6)	X(2) A
4	Espacio placa de matrícula posterior	70/222/CEE	B	A	B
5	Mecanismos de dirección	70/311/CEE	C	A	C
6	Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	C	C	C
7	Avisador acústico	70/388/CEE	X(2) B(4)	A(6)	X(2) B(4)

Figura 3.14. Ejemplo de Actos Reglamentarios aplicables a vehículos de categoría N

- Se modifica el formato de ficha reducida de características, introduciendo nuevos datos. En el presente proyecto se incluirá una ficha reducida según modelo del R.D.750/2010, con los datos anteriores a la transformación del vehículo y otra con los valores que modifica dicha transformación.

Epígrafe	Ficha de características. Categoría M y N	Completos / Completados	Incompletos
0.	GENERALIDADES		
0.1.	Marca del vehículo incompleto/completo/completado	X	X
0.2.	Tipo		
0.2.0.1.	Chasis (vehículo de base):		X
	Número de homologación (si procede) del vehículo de base:		X
0.2.0.2.	Carrocería/Vehículo completo/completado (en caso de vehículo completado, indicar la fase de fabricación) :	X	
0.2.1.	Denominación o denominaciones comerciales (si están disponibles):	X	X
0.2.2.	Descripción del vehículo incompleto/completo/completado p.e. camión cisterna 4x2, furgón cerrado, camión capitoné, tractora 6x4 con 5ª rueda, (según anexo 2 parte C de la Directiva 2007/46/CE)	X	X
0.3.	Medio de identificación del tipo de vehículo, si está marcado en él (*)		
0.3.0.1.	Chasis (vehículo de base):		X
0.3.0.2.	Carrocería/Vehículo completo/completado	X	
0.3.1.	Emplazamiento de estas marcas		
0.3.1.1.	Chasis (vehículo de base):		X
0.3.1.2.	Carrocería/Vehículo completo/completado:	X	
0.4.	Categoría de vehículo(*):	X	X
0.4.1.	Clasificación según las mercancías peligrosas a cuyo transporte se destine:	X	
0.5.	Nombre y dirección del fabricante del vehículo completo:	X	
0.5.1.	Nombre y dirección del fabricante del vehículo de base:	X	X
0.5.2.	Nombre y dirección del fabricante del vehículo incompleto:		X
0.5.3.	Nombre y dirección del fabricante del vehículo completado:	X	

Figura 3.15. Ejemplo de formato de ficha reducida según R.D.750/2010.

- Se introduce la posibilidad de homologación de vehículos completados/transformados mediante procedimiento multifasico.
- Nuevos tipos y formatos de tarjetas ITV. En este nuevo tipo de tarjetas ITV, se sustituye el dato de la Tara del vehículo por la Masa en Orden de Marcha, además recogerá nuevos datos como las contraseñas de homologación del vehículo base y el vehículo completado, el tipo de carrocería del vehículo según se especifica en la Directiva 2007/46/CE, el color predominante del vehículo (sólo para M1), la velocidad máxima en vehículos agrícolas o de obras y servicios, nivel de emisiones, emisiones de CO<sub>2</sub>, emisiones de CO. Se añade un código pdf 4174 que contiene todos los datos de la tarjeta ITV.

Nombre y anagrama de la Comunidad Autónoma

Matrícula		Certificado N°	A. N° de Serie:		Código	Descripción
CL A.1 A.2 B.1 B.2 D.1 D.2 D.3 E J J.1 J.2 J.3 R D.6 K K.1 K.2			Z		L	
			G		L.0	
			F.1		L.1	
			F.1.1		L.2	
			F.1.5		P.5.1	
			F.2		P.5	
			F.2.1		P.3	
			F.3		P.1	
			F.3.1		P.1.1	
			O.1		P.2	
			O.1.1		P.2.1	
			O.1.2		S.1	
			O.1.3		S.2	
			O.1.4		U.1	
			F.4		U.2	
			F.5		V.7	
			F.6		V.9	
			F.7			
			F.7.1			
			F.8			
		M.1				
		M.4				
El organismo inspector		Observaciones:		Opciones incluidas en la homologación de tipo		
Certifica que el vehículo cuyas características se reseñan es apto para su matriculación o puesta en circulación.  Fecha emisión:						
(1) Espacio para los códigos PDF 417 de los datos del documento						

Figura 3.16. Ejemplo de nueva tarjeta ITV.

- El fabricante de 2ª fase podrá emitir sus tarjetas ITV de vehículo completado.
- Contempla una disposición transitoria primera para poder seguir realizando carrozados iniciales según R.D.736/1988 (reformas de importancia), hasta las fechas de obligatoriedad de la Directiva 2007/46/CE.
- Las reformas previas a matriculación del vehículo, no podrán ser realizadas.
- Contempla una disposición transitoria segunda para poder seguir concediendo Homologaciones de Tipo Nacionales, hasta las fechas de obligatoriedad de la Directiva 2007/46/CE.
- Especifica la estructura de la contraseña de Homologación Individual. En la siguiente tabla se muestra la estructura de cualquier contraseña de homologación de tipo nacional ú de homologación individual.

	HTN			SCN	HI
	Completo	Completado	Incompleto	Todos	Todos
N1, N2, N3	C-XXXX*XX		C1-XXXX*XX	e9*NKS*XXXX*XX	HIC-XXXXX
M2, M3	G-XXXX*XX	F-XXXX*XX	E-XXXX*XX	e9*NKS*XXXX*XX	HIG-XXXXX
M1	--	--	--	--	HIB-XXXXX
O1, O2, O3, O4	D-XXXX*XX		D1-XXXX*XX	e9*NKS*XXXX*XX	HID-XXXXX
L	--	--	--	e9*SCL*XXXX*XX	HIA-XXXXX
T5.1	T51-XXXX*XX		T5.1-XXXX*XX	e9*NTSC*XXXX*XX	TI51-XXXXX
T5.2	T52-XXXX*XX		T5.1-XXXX*XX	e9*NTSC*XXXX*XX	TI52-XXXXX

Tabla 3.7. Contraseñas de Homologación de Tipo Nacional (HTN), Serie Corta Nacional (SCN) y Homologación Individual (HI).

Otras muchas novedades están incluidas en este Real Decreto, como obligaciones de los fabricantes, procesos de legalización de vehículos procedentes de otros países, etc... que no se mencionan por quedar fuera del alcance de este proyecto.

### 3.1.5. REAL DECRETO 866/2010.

El Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, queda derogado por el R.D. 866/2010 de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de reformas de vehículos. Este Real Decreto cambia el término “reformas de importancia” por “reformas de vehículos”.

El objeto del R.D.866/2010, es la regulación del procedimiento para la realización y tramitación de reformas efectuadas en vehículos después de su matriculación definitiva en España con el fin de garantizar que tras la reforma se siguen cumpliendo los requisitos técnicos exigidos para su circulación.

Se recogen algunas definiciones de especial interés:

- Reforma de vehículo: Toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación y en remolques ligeros después de ser autorizados para circular, que o bien cambia alguna de las características del mismo, o es susceptible de alterar los requisitos reglamentariamente aplicables contenidos en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Este término incluye también cualquier de los datos que aparecen en la tarjeta ITV.
- Estación de Inspección Técnica de Vehículos (ITV): Las instalaciones que tienen por objeto la ejecución material de las inspecciones técnicas que, de acuerdo con el Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, y demás normas aplicables, deban hacerse en los vehículos y sus componentes y accesorios, y que estén habilitadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma del territorio donde estén radicadas.



Figura 3.17. Estación de ITV en S.S.de los Reyes (Madrid)

- Servicio técnico de reformas: Anteriormente denominados laboratorios de reformas, son la entidad designada por la autoridad de homologación como laboratorio para llevar a cabo informes de las reformas tipificadas en el Real Decreto 866/2010 y, en su caso, los ensayos previstos en los Actos Reglamentarios afectados por la Reforma.



Figura 3.18. Servicios técnicos de reformas.

- Taller: Entidad debidamente inscrita en el registro oficial de talleres de reparación de vehículos correspondiente. En España, registro especial de talleres de reparación de vehículos automóviles y de sus equipos y componentes, regulado por la reglamentación aplicable. A los efectos de este Real Decreto también tendrán la consideración de taller las instalaciones de los fabricantes de vehículos cuando intervengan en la ejecución de las reformas en el ámbito que se determine en el Registro de fabricantes y firmas autorizadas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.



Figura 3.19. Placa distintivo de los talleres de reparación.

- **Manual de Reformas de Vehículos:** Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las comunidades autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación. Este manual estará disponible para consulta de los solicitantes de una reforma en todas las estaciones ITV. El manual será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea.

El Manual de Reformas de Vehículos tiene carácter de “ley”, ya que su definición está contemplada en el Real Decreto. La anterior legislación no hacía mención alguna sobre el Manual de Reformas de Importancia. Este manual se utilizaba de común acuerdo entre las distintas Comunidades Autónomas, ITV's, fabricantes y administración, pero con un vacío legal que ahora queda resuelto. El nuevo manual queda estructurado de la siguiente manera:

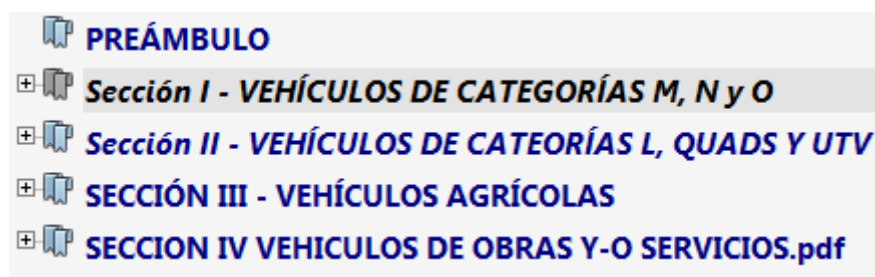


Figura 3.20. Estructura general del Manual de Reformas de Vehículos.

En primer lugar, un preámbulo explica la estructura del manual, tipos de documentos necesarios para la tramitación de la reforma e interpretación de cada una de las fichas correspondientes a cada reforma.



A continuación consta de cuatro secciones, que abarca todas las categorías de vehículos. Es una novedad, ya que anteriormente el manual era genérico para cualquier tipo de vehículos, pasando ahora a estar definida y especificada cada reforma posible en cada tipo de vehículo. Todas las secciones del manual se dividen en once grupos, que abarcan todos las partes o sistemas que puedan verse afectados por las posibles transformaciones.



Figura 3.21. Grupos de partes o sistemas que puedan verse afectados por reformas.

Cada grupo se compone de un conjunto de códigos de reforma (CR), que describen el tipo de transformación que se realiza en el vehículo. En cada código de reforma se define una ficha, la cual se compone de una descripción de la reforma, el campo de aplicación para las diferentes categorías de vehículos, los actos reglamentarios que se debe justificar que cumple el vehículo una vez transformado y a qué nivel (a fecha de matriculación o a fecha de reforma), documentación necesaria para la tramitación de la reforma, puntos que se van a inspeccionar en una estación ITV según el manual de procedimiento de inspección técnica de vehículos, normalización en la tarjeta ITV, y una información adicional en algunos casos.




<b>MANUAL DE REFORMAS EN VEHÍCULOS</b> <b>I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O</b> <b>Grupo Nº 8. Carrocería</b> <b>(8.60)</b>											
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Reformas que afecten al acondicionamiento exterior de los vehículos											
<b>ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR</b> Instalación o modificación de elementos funcionales para un uso específico del vehículo 8.60.- Sustitución o modificación del carrozado de un vehículo											
<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>  Categorías											
<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>		
NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
<b>ACTOS REGLAMENTARIOS</b>											
Sistema afectado	Referencia	Aplicable a									
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	x	x	x	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	x	x	x	(2)	(2)	(2)	-	-	-	-
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	x	x	x	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/758/CEE	x	x	x	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Protección lateral	88/297/CEE	x	x	x	-	(2)	(2)	-	-	(2)	(2)
Sistemas antiproyección	91/226/CEE	x	x	x	-	(2)	(2)	-	-	(2)	(2)
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	x	x	x	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisternas	Reglamento CEPE/ONU 111R	x	x	x	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Ver Apartado 4 del preámbulo.											
<b>DOCUMENTACIÓN NECESARIA</b>											
Proyecto Técnico	Certificación final de obra	Informe de Conformidad	Certificado del Taller	Documentación adicional							
SI	SI	SI	SI	NO							
 <b>MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO</b>		<b>REVISIÓN: –</b>  <b>Fecha: 14 de enero de 2011</b>			<b>SECCIÓN: I</b> <b>GRUPO: 8 (8.60)</b> <b>Carrocería</b> <b>Página 1 de 2</b>						

Figura 3.22. Ficha del código de reforma 8.60, para la Sección I.

Los tipos de documentos necesarios para la tramitación de la reforma son:

- Informe de Conformidad<sup>2</sup>: Documento por el cual el fabricante del vehículo o servicio técnico de reformas, informa que una vez transformado el vehículo sigue cumpliendo los actos reglamentarios que hayan podido verse afectados. El R.D.866/2010, define el modelo en su Anexo II.
- Certificado de Taller<sup>3</sup>: Documento por el cual el taller certifica y asume la responsabilidad sobre la ejecución de la reforma.
- Conjunto funcional: Documento evaluado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que acredita el cumplimiento de los actos reglamentarios que puedan ser de aplicación en la instalación de un determinado sistema o componente. Anteriormente se asemeja a este tipo de documento la llamada Reforma Generalizada y el kit homologado por el MITyC.
- Proyecto técnico y certificado de dirección final de obra: Emitido por técnico competente, debe incluir una memoria, cálculos justificativos, pliego de condiciones, presupuesto y planos.
- Documentación adicional: En algunos casos puede exigirse algún tipo de documentación adicional que complete la información sobre la reforma realizada en el vehículo.

A continuación se muestra en un esquema simplificado el proceso de la reforma paso a paso.

---

<sup>2</sup> Modelo definido en Anexo II del R.D.866/2010.

<sup>3</sup> Modelo definido en Anexo III del R.D.866/2010.



Figura 3.23. Resumen del proceso de la reforma.

En apartado posterior se analizará de forma específica la documentación necesaria para la tramitación de la transformación del vehículo que trata este proyecto.

### 3.1.6. CARROZADO INICIAL.

El carrozado inicial responde a la necesidad de completar un vehículo incompleto, para un uso específico.

No existe una definición oficial de carrozado inicial, por lo que analizando la referencia que hace sobre ello el anexo 11 del R.D.2140/1985, de 9 de octubre, se entenderá por carrozado inicial de un vehículo incompleto, homologado como chasis cabina para el caso de los vehículos de la categoría N o chasis para el caso de los vehículos de la categoría O, la instalación sobre el mismo de cualquier elemento con el fin de llegar a un vehículo completado, siempre que se respeten los datos recogidos en el certificado de carrozado, ó ficha técnica tipo C, del vehículo incompleto.

El vehículo completado deberá cumplir todos los actos reglamentarios que se exigen para su homologación. Se parte de un vehículo incompleto que debe acreditar el cumplimiento de todos los actos reglamentarios que le son de aplicación, a falta de los que acreditará el carrocerero o fabricante de última fase.

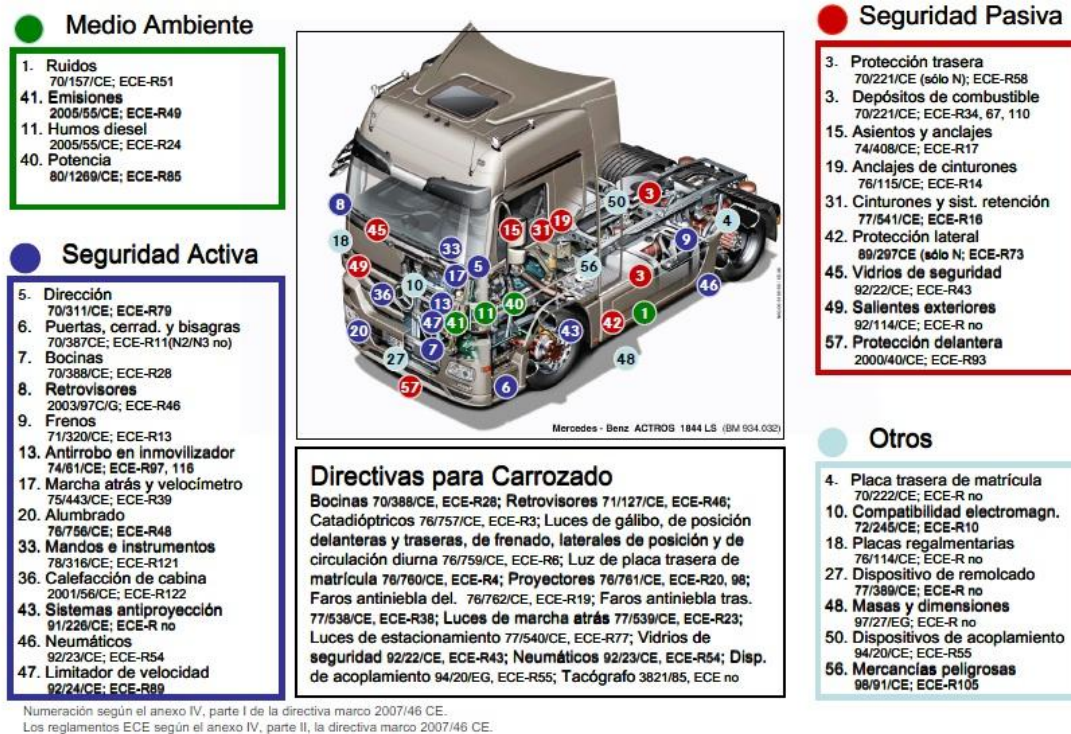


Figura 3.24. Actos Reglamentarios de un vehículo incompleto, categoría N.

Los actos reglamentarios mínimos que debe cumplir el vehículo incompleto quedan acreditados por su contraseña de homologación de tipo nacional (C-1) o Europea (e-\*2007/46\*----). Pero, ¿cómo se acredita que el vehículo completado cumple con los actos reglamentarios que han sido afectados en el proceso de transformación?

Antes de analizar el proceso de acreditación del cumplimiento de todos los actos reglamentarios en un proceso de carrozado inicial, conviene conocer las distintas menciones que hace la legislación actual al respecto.

Tanto el R.D.750/2010 como el R.D.866/2010, en respectivas disposiciones transitorias primera y segunda, dictaminan que el carrozado inicial podrá seguir

realizándose según el R.D.736/1988 de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de importancia de vehículos de carretera, hasta las fechas de la obligatoriedad de homologación de tipo para los tipos de vehículos ya existentes determinadas en la última columna del anexo XIX de la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre, según calendario expuesto anteriormente en la Tabla 2.6.

El anterior párrafo conduce a la lectura del R.D.736/1988 en cuya disposición transitoria segunda afirma que el carrozado inicial de vehículos a que se hace referencia en el anexo 11 del R.D.2140/1985, no tiene carácter de reforma de importancia. Es importante poder distinguir cuando un carrozado inicial es reforma o no es reforma, ya que la documentación necesaria para su legalización será distinta.

Por otra parte el R.D.750/2010, dictamina en su disposición adicional única que las reformas de importancia previstas en el R.D.736/1988 de 8 de julio, que se realicen en los vehículos antes de la matriculación, no podrán ser realizadas, salvo en los casos que se especifique en la legislación aplicable en las reformas de vehículos. La legislación aplicable en las reformas de vehículos corresponde al R.D.866/2010, y en su disposición transitoria tercera afirma que los vehículos con contraseña de tipo española, hasta la fecha en que deban corresponder a tipos homologados según la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre de 2007, podrán ser reformados antes de la matriculación, siguiendo el procedimiento establecido en este real decreto.

Se comprueba de forma específica en el carrozado inicial, que hay un periodo de transición donde la reglamentación anterior no quedará totalmente derogada hasta cumplir los plazos mencionados en las distintas disposiciones transitorias y adicionales.

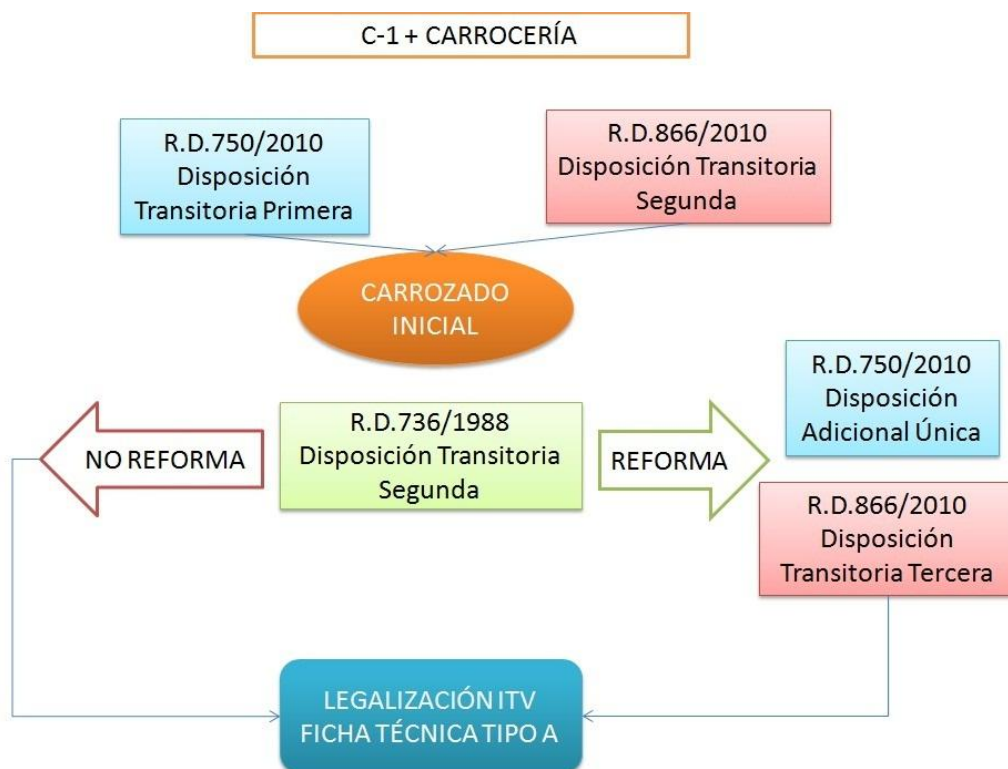


Figura 3.25. Ruta reglamentaria en carrozados iniciales actuales, con homologación de tipo española ó europea.

Lo que se deduce del análisis anterior es que los carrozados iniciales a día de hoy, procede realizarlos en vehículos incompletos, tanto con homologación de tipo española como europea. Estos carrozados iniciales de vehículos con homologación de tipo española ó europea se podrán realizar hasta la fecha 29/10/2014, tal como muestra el calendario de la aplicación de la Directiva 2007/46/CE, aunque también podrían ser completados mediante homologación multifase.

Categorías	Fechas Completados					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
N2, N3				29 octubre ▼		29 octubre ■

▼ Obligatorio para nuevos tipos      ■ Obligatorio para nuevas matrículas (todos los tipos)

Tabla 3.8. Calendario de aplicación de la Directiva 2007/46/CE, para vehículos completados N2 y N3.

Los vehículos incompletos con contraseña de homologación europea, a partir de la fecha 29/10/2014 deberán completarse mediante homologación multifase u homologación individual. Si se diera el caso de algún completado de un

vehículo con homologación de tipo nacional a partir de dicha fecha, deberá realizar los ensayos necesarios, y modificaciones sobre el vehículo original si se diera el caso, para obtener una contraseña de homologación individual.

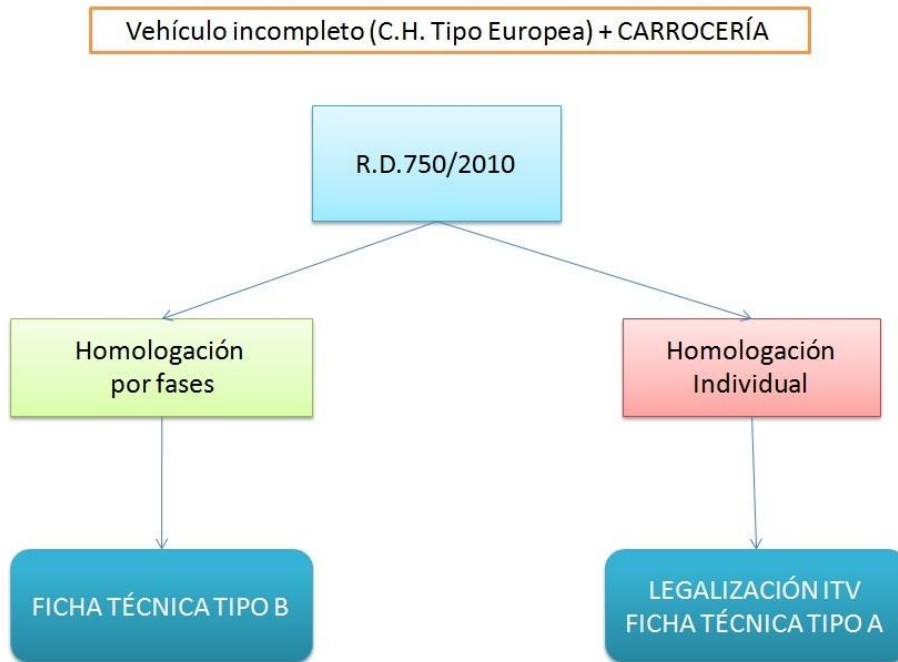


Figura 3.26. Ruta reglamentaria para vehículos completados, con homologación de tipo europea, desde el 29/10/2014.



### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN**

La transformación que se va a realizar es la instalación de un mecanismo portacontenedores de obra sobre un vehículo de categoría N1, incompleto.

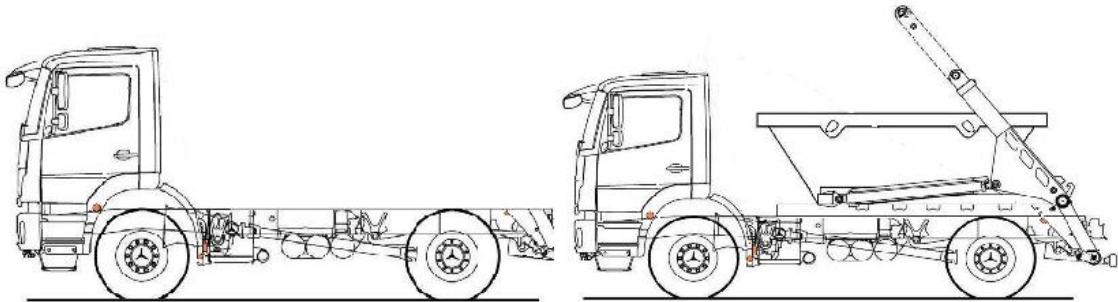


Figura 3.27. Transformación de un camión chasis-cabina en camión portacontenedores de obra.

El vehículo base a completar es el siguiente:

- Marca: Mercedes Benz
- Tipo: 950.501
- Modelo: 1823 K

El mecanismo portacontenedores a instalar sobre el vehículo es el siguiente:

- Marca: Cayvol
- Modelo: MCBT-14

La transformación se realizará en las instalaciones de la empresa Carrocerías Cayvol, dedicada a la actividad de fabricación, montaje y reparación de superestructuras, con domicilio social en Talavera de la Reina, calle Gutemberg (Polígono industrial Torrehierro), provincia de Toledo e inscrita con el nº14992 de Registro Industrial, de la siguiente manera:

1. Acondicionamiento y calzado del vehículo.
2. Desmontaje de bornes de baterías
3. Desmontaje de antiempotramiento trasero.
4. Desmontaje de los guardabarros del eje trasero.
5. Instalación de bomba y grupo hidráulico



6. Instalación de bastidor de montaje
7. Instalación de mecanismo portacontenedores.
8. Instalación eléctrica y mandos de accionamiento.
9. Instalación de protecciones laterales.
10. Instalación de cableado eléctrico y dispositivos de alumbrado y señalización trasera y lateral.
11. Instalación de dispositivos antiproyección traseros.
12. Comprobación de conexiones hidráulicas.
13. Comprobación de conexiones eléctricas.
14. Conexión de bornes de batería.
15. Prueba de funcionamiento del equipo portacontenedores.
16. Prueba de funcionamiento de dispositivos de alumbrado y señalización.

Para todas las operaciones realizadas sobre el vehículo se tendrá en cuenta las directrices marcadas por el fabricante del vehículo base Mercedes Benz. Este documento, también llamado “Manual del carrocer”, está dirigido a constructores profesionales de carrocerías, y pone importantes informaciones técnicas a disposición de los mismos, las cuales deben tenerse en cuenta para la planificación y montaje seguros, desde el punto de vista de la circulación vial y el servicio.

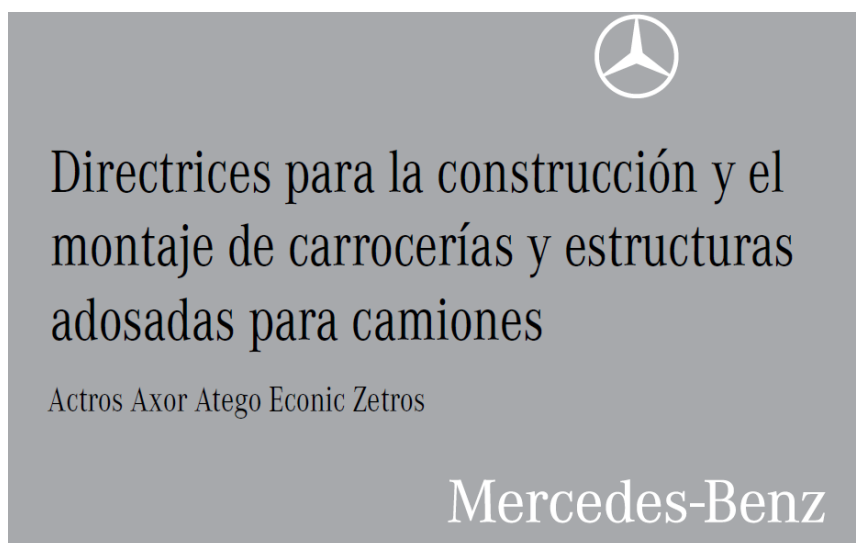


Figura 3.28. Directrices del fabricante Mercedes Benz.

### **3.3. CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ANTES Y DESPUÉS DE LA TRANSFORMACIÓN**

Para definir las características técnicas del vehículo antes y después de la transformación, se debe utilizar el formato de ficha reducida según R.D.750/2010, de 4 de junio. En la ficha reducida, después de la transformación, solo es necesario completar los datos que faltan en el vehículo incompleto o que varían con motivo de la transformación.

#### **FICHA REDUCIDA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO DE CATEGORÍA N:**

<b>DATOS</b>	<b>INCOMPLETO</b>
Marca	<b>MERCEDES-BENZ</b>
Tipo / Variante / Versión	<b>950.501 / D / 4x2</b>
Denominación comercial	<b>1829 K</b>
Categoría del vehículo	<b>N3</b>
Nombre y dirección del fabricante del vehículo base	<b>Daimler Chrysler AG 70546 Stuttgart Germany</b>
Emplazamiento de la placa del fabricante	<b>Montante puerta derecha</b>
Parte fija VIN	<b>WDB952502</b>
Número de bastidor	<b>WDB9525021L289343</b>
Emplazamiento del número de bastidor	<b>Larguero derecho, parte delantera.</b>
<b>Vehículo base</b>	
Número de homologación (incluida extensión)	<b>C1-1575-03</b>
Fecha	<b>30/01/2011</b>
<b>CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO</b>	
Nº de ejes y ruedas	<b>2 / 6</b>
Nº y emplazamiento de ejes con ruedas gemelas	<b>1/ EJE 2</b>
Descripción de los ejes. Tipo y capacidad	<b>1: VL4/50DC 7500kg 2: HL7/050 11500kg</b>
Ejes motrices (nº, localización e interconexión)	<b>1 / eje 2</b>
<b>MASAS (en kg.) Y DIMENSIONES (en mm.)</b>	
Distancia entre ejes	<b>3600</b>
Vías de los ejes (Anterior / Posterior)	<b>2052 / 1802</b>
Longitud máx. admisible del vehículo completado	<b>6740</b>
Anchura máx. admisible del vehículo completado	<b>2550</b>
Voladizo trasero máx. admisible del vehículo completado	<b>2340</b>
Masa del vehículo en orden de marcha	<b>6070</b>
Masa mínima admisible del vehículo completado	<b>8600</b>
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	<b>18000</b>
Masa máxima en carga técnicamente admisible en cada eje (MMTA 1º, 2º...)	<b>7500, 11500</b>

<b>DATOS</b>	<b>INCOMPLETO</b>
Masa máx. técnicamente admisible del conjunto (MMTC)	<b>40000</b>
Masa máxima remolcable técnicamente admisible del vehículo de motor, en caso de:	
Remolque con barra de tracción	<b>24000</b>
Remolque de eje central	<b>18000</b>
Masa máxima del remolque sin frenos	<b>750</b>
Carga vertical estática/ masa máxima técnicamente admisible en el punto de acoplamiento del vehículo motor	<b>1000</b>
<b>UNIDAD MOTRIZ</b>	
Fabricante o marca del motor	<b>DAIMLER CHRYSLER</b>
Código del motor asignado por el fabricante	<b>OM 906 LA</b>
<i>Motor de Combustión Interna</i>	
Principio de funcionamiento	<b>Combustión interna 4 tiempos</b>
Número y disposición de los cilindros	<b>6 en línea</b>
Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	<b>6374</b>
Tipo de combustible o fuente de energía	<b>Diesel</b>
Potencia neta máxima (kw) a (min <sup>-1</sup> )	<b>210</b>
<i>Motor Eléctrico puro (si/no)</i>	<b>NO</b>
Potencia máxima por hora (kw)	<b>No aplica</b>
<i>Motor Híbrido (si/no)</i>	<b>No</b>
Tipo	<b>No aplica</b>
<b>TRANSMISIÓN</b>	
Tipo (Mecánica/ Hidráulica/ Eléctrica/ etc.)	<b>Mecánica</b>
Caja de cambios (tipo)	<b>Manual</b>
Nº de relaciones	<b>9+ MA</b>
<b>SUSPENSIÓN</b>	
Breve descripción del tipo de suspensión delantera y trasera	<b>Del: Ballestas parabólicas; Amortiguadores Tras: Ballestas parabólicas; Amortiguadores</b>
Neumáticos y ruedas (características principales)	<b>295/80 R22.5 I.Carga Min : Del (154) ;Tras :( 145) I Veloc Min : L</b>
<b>DIRECCIÓN</b>	
Dirección, Tipo de asistencia	<b>Hidráulica; Servodirección MB LS 8</b>
<b>FRENADO</b>	
Breve descripción del dispositivo de frenado.	<b>De servicio: Neumático de doble asistencia. De estacionamiento: Acumulador de fuerza elástica. Actúa sobre eje trasero.</b>
ABS; si/no	<b>SI</b>
<b>CARROCERÍA</b>	
Tipo de carrocería (según anexo II, parte C de la Directiva 2007/46/CE)	<b>No aplica</b>
Retrovisores. Tipo.	<b>2 clase II, 1 clase IV, 1 clase V</b>

<b>DATOS</b>	<b>INCOMPLETO</b>
Dispositivos de visión indirecta distintos de los retrovisores	No
Sistemas de Protección Delantera: Si/No Detalles pormenorizados de los dispositivos	No
Número y disposición de las puertas	2 laterales
Número de plazas de asiento (incluido el conductor)	2
<b>DISPOSITIVO DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA</b>	
Dispositivos obligatorios (número)	2 Cruce/ 2 Carretera / 2 Posición delantera / 2 Intermitentes delanteros / 2 Posición lateral / 2 Gálibo delanteros
Dispositivos facultativos (número)	---
<b>VARIOS</b>	
Velocidad máxima	90 km/h (Limitador de velocidad Siemens VDO Elektronik CPC/FR, C.hom: e1 000125)
Nivel de ruido parado: dB(A) a min <sup>-1</sup>	85 / 1650
Nivel de emisiones: Euro...	IV
Potencia Fiscal (CVF)	31.39
Capacidad deposito/s de combustible (litros)	210
Capacidad deposito/s auxiliar/es de combustible (litros)	No aplica
Protección trasera. N° de homologación	No aplica
Observaciones	NO
Opciones incluidas en la homologación de tipo	NO
Firma autorizada según el RFFR	No aplica.

### FICHA REDUCIDA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO DE CATEGORÍA N, DESPUES DE LA TRANSFORMACIÓN.

<b>DATOS</b>	<b>COMPLETADO</b>
Marca	MERCEDES-BENZ
Tipo / Variante / Versión	950.501 / D / 4x2
Denominación comercial	1829 K
Categoría del vehículo	N3
Nombre y dirección del fabricante de la última fase de fabricación del vehículo.	C/Gutenberg (Pol. Industrial Torrehierro), PARCELA 310. Talavera de la Reina 45600 Toledo
Vehículo completo / completado	COMPLETADO
Fecha	02/05/2011
<b>MASAS (en kg.) Y DIMENSIONES (en mm.)</b>	
Longitud	6687
Altura	3265
Anchura	2485
Voladizo trasero	1650
Masa del vehículo en orden de marcha	9040

<b>DATOS</b>	<b>COMPLETADO</b>
<b>CARROCERÍA</b>	
Tipo de carrocería (según anexo II, parte C de la Directiva 2007/46/CE)	<b>BA</b>
<b>DISPOSITIVO DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA</b>	
Dispositivos obligatorios (número)	<b>2 Cruce/ 2 Carretera / 2 Posición delantera / 2 Intermitentes delanteros / 2 intermitentes traseros / 6 Posición lateral / 6 Catadióptricos laterales/ 2 Gálbo delanteros / 2 Gálbos traseros / 2 luces freno / 1 Antiniebla trasero / 2 Luces Marcha Atrás / 2 Catadióptricos traseros / 2 Luces Alumbrado Matrícula</b>
<b>VARIOS</b>	
Protección trasera. Nº de homologación	<b>Informe H nº 000056</b>
Tacógrafo digital. Si/No	<b>SI</b>

Los datos de la ficha reducida después de la transformación corresponden a las medidas reales del vehículo completado, tipo de carrocería, los dispositivos de alumbrado y señalización que se han instalado en la transformación, el dispositivo de protección trasera y el tipo de tacógrafo, siendo este último un dato que no está contemplado en la ficha reducida para vehículos incompletos.

Según el Manual de Reformas de Vehículos, sólo será necesario identificar el vehículo e indicar las características que cambian antes y después de la reforma. Es necesario y así se ha llevado a cabo en este proyecto, incluir todos los datos en la ficha reducida, antes de la reforma, justificando de esta forma la situación real del vehículo en el momento de realizar la transformación, ya que puede haberse sometido a reformas anteriores a esta transformación, que podrían de una u otra forma influir sobre ella.

## **4. CÁLCULOS.**

### **4.1. CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN LOS EJES DEBIDAS A LA TARA EN VACÍO Y EN CARGA MÁXIMA:**

#### **4.1.1. TARAS, MASAS Y PESOS.**

Antes de iniciar los cálculos, es determinante conocer los pesos que están soportando los ejes del vehículo en estático. Se definen algunos conceptos y nomenclaturas que faciliten la comprensión del contenido.

##### **Conceptos básicos:**

Por masa del vehículo en orden de marcha, según las directiva 97/27 CEE, se entenderá la masa del bastidor con cabina, incluidos el líquido refrigerante, los lubricantes, un 90% del combustible, el 100% de los demás líquidos con excepción de las aguas usadas, las herramientas, la rueda de repuesto y el conductor (75 kg).

Por masa en vacío o tara, se entenderá la masa del vehículo en orden de marcha, descontando el peso del conductor.

Por peso propio del vehículo incompleto, se entenderá la masa en vacío ó tara del vehículo sin instalación de la carrocería o mecanismo.

Por peso propio del vehículo completado, se entenderá la masa en vacío ó tara del vehículo con el mecanismo portacontenedores instalado.

### Nomenclatura:

Para los cálculos se utilizan las siguientes masas con su nomenclatura:

- Peso propio del vehículo incompleto:

- Tara: (T)

Distribución de la masa por ejes:

- Eje delantero: (T1)
- Eje trasero: (T2)

- Mecanismo portacontenedores (incluido bastidor de montaje):

- Tara mecanismo: (C)

Distribución de la masa del mecanismo por ejes:

- Eje delantero: (C1)
- Eje trasero: (C2)

- Peso propio del vehículo completado:

- Tara vehículo completado :  $(R) = (T + C)$

Distribución de la masa del vehículo completado por ejes:

- Eje delantero:  $R_A$
- Eje trasero:  $R_B$

- Peso de ocupantes (75kg por plaza de asiento, según directiva 92/27/CEE):

- Peso ocupantes:  $(P)=(75\text{kg} \times 2\text{plazas})$

El peso de los ocupantes es soportado íntegramente por el eje delantero, debido a su posición en la cabina.

- Peso carga útil (Contenedor + carga del contenedor)

- Carga útil: (q) Es la capacidad de carga del vehículo, hasta el límite de su Masa Técnica Máxima Autorizada, que es la condición más desfavorable que se puede dar en circulación, dentro del marco legal.

Distribución de la masa de la carga útil por ejes:

- Eje delantero:  $q_A$
- Eje trasero:  $q_B$



### Posición longitudinal del centro de gravedad:

La posición longitudinal del centro de gravedad, necesaria para el cálculo de las reacciones en los ejes, queda determinada de la siguiente forma:

- Centro de gravedad del mecanismo: El centro de gravedad definido por el fabricante del mecanismo Cayvol: 1120mm delante del pivote del brazo extensible.

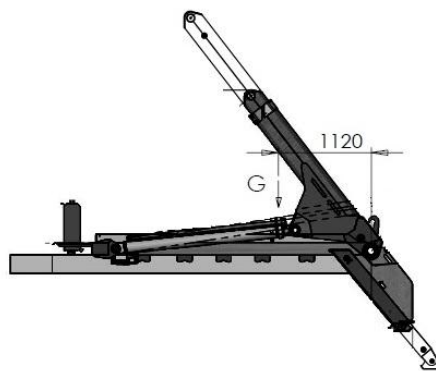


Figura 4.1. Posición del centro de gravedad longitudinal en el mecanismo portacontenedores.

- Centro de gravedad de la carga útil (contenedor + carga): Queda definido, por simetría, en el centro del contenedor.

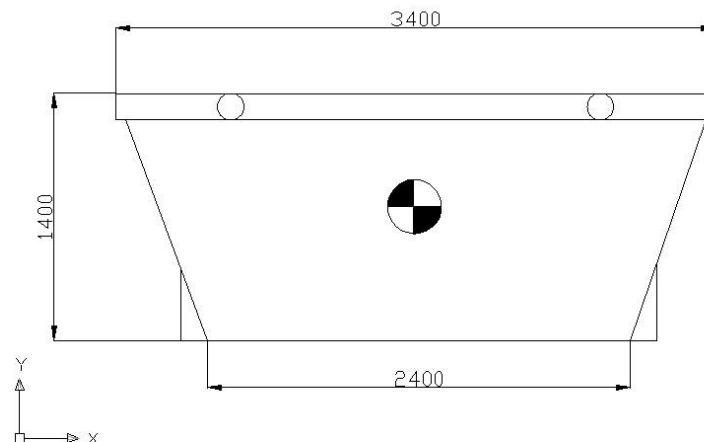


Figura 4.2. Posición del centro de gravedad longitudinal en el contenedor.

Desglose de los diferentes pesos:

Se presentan desglosados todos los pesos que intervienen en el vehículo. Esta forma es la apropiada para poder acudir a cada uno de ellos en posteriores cálculos.

**- Taras:**

Peso propio vehículo: Datos del fabricante<sup>4</sup>.

Tara (chasis cabina).....T = 6.070 (kg)  
T = 60.700 (N)

Tara eje delantero (chasis cabina).....T1 = 3.740 (kg)  
T1 = 37.400 (N)

Tara eje trasero (chasis cabina).....T2 = 2.330 (kg)  
T2 = 23.300 (N)

Peso propio mecanismo: Dato del fabricante<sup>5</sup>.

Tara (mecanismo).....C = 2.970 (kg)  
C = 29.700 (N)

Tara eje delantero (mecanismo)  
[2.970 (kg) · 0.47 (m) / 3,6 (m)].....C1 = 388 (kg)  
C1 = 3.880 (N)

Tara eje trasero (mecanismo)  
[2.970 (kg) · 3,13 (m) / 3,6 (m)].....C2 = 2.582 (kg)  
C2 = 25.820 (N)

<sup>4</sup> Véase Anexo I.

<sup>5</sup> Véase Anexo II.

**- Tara o masa en vacío (vehículo completado):**Tara (Vehículo completado).....  $R = 9.040 \text{ (kg)}$  $R = 90.400 \text{ (N)}$ Tara eje delantero (Vehículo completado).....  $R_A = 4.128 \text{ (kg)}$  $R_A = 41.280 \text{ (N)}$ Tara eje trasero (Vehículo completado).....  $R_B = 4.912 \text{ (kg)}$  $R_B = 49.120 \text{ (N)}$ **- Peso ocupantes (2 plazas x 75kg/plaza)**Peso ocupantes eje delantero.....  $P = 150 \text{ (kg)}$  $P = 1.500 \text{ (N)}$ **- Carga útil:** Diferencia entre MTMA y Masa del vehículo en orden de marcha.Carga útil (contenedor + carga del contenedor).....  $q = 8.810 \text{ (kg)}$  $q = 88.100 \text{ (N)}$ Carga útil eje delantero  $[8.810 \text{ (kg)} \cdot 1,275 \text{ (m)} / 3,6 \text{ (m)}]$ .....  $q_A = 3.120 \text{ (kg)}$  $q_A = 31.200 \text{ (N)}$ Carga útil eje trasero  $[8.810 \text{ (kg)} \cdot 2,325 \text{ (m)} / 3,6 \text{ (m)}]$ .....  $q_B = 5.690 \text{ (kg)}$  $q_B = 56.900 \text{ (N)}$

**- Masa máxima y peso máximo en condiciones de circulación (vehículo carrozado + carga máxima):**

Total (tara vehículo completado+ ocupantes(R)

+ carga útil (q))..... 18.000 (kg)  
180.000 (N)

Eje delantero (tara bastidor T1 + tara mecanismo C1 +

+ carga útil  $q_A$  + peso ocupantes).....  $R_A + Q_A + P = 7.398$  (kg)  
 $R_A + Q_A + P = 73.980$  (N)

Eje trasero (tara bastidor T2 + tara mecanismo C2 +

+ carga útil  $q_B$ ).....  $R_B + Q_B = 10.602$  (kg)  
 $R_B + Q_B = 106.020$  (N)

**- Masa Técnica Máxima Admisible/ Masa Máxima Autorizada (MTMA/MMA)  
Peso Técnico Máximo Admisible/Peso Máximo Autorizado (PTMA/PMA)**

M.T.M.A./M.M.A..... 18.000 (kg)

P.T.M.A./P.M.A..... 180.000 (N)

M.T.M.A./M.M.A. eje delantero..... 7.500 (kg)

P.T.M.A./P.M.A. eje delantero..... 75.000 (N)

M.T.M.A./M.M.A. eje trasero..... 11.500 (kg)

P.T.M.A./P.M.A. eje trasero..... 115.000 (N)

#### 4.1.2. ESQUEMA DE MASAS, PESOS Y REACCIONES EN CARGA MÁXIMA EN CONDICIONES DE CIRCULACIÓN.

La siguiente figura esquematiza la distribución de pesos por eje y las posiciones longitudinales del centro de gravedad de cada masa por separado.

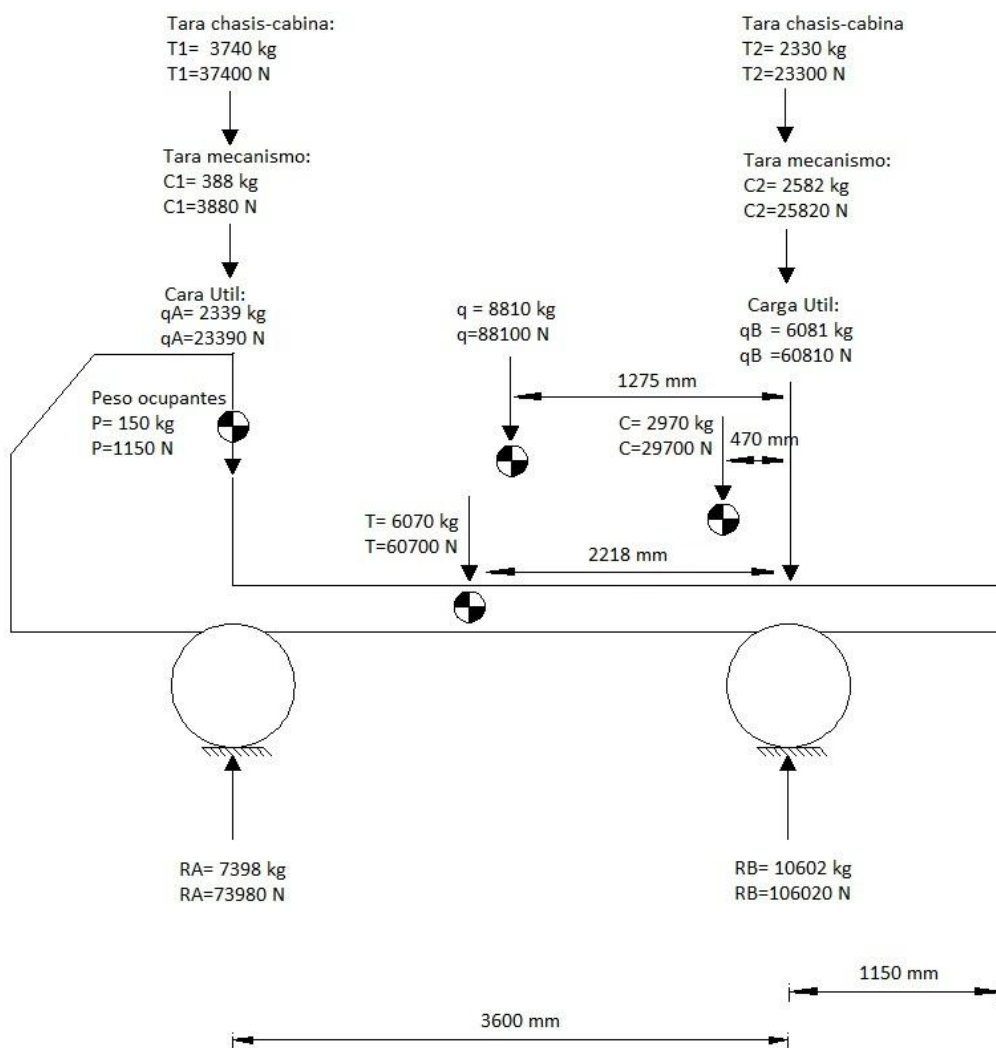


Figura 4.3. Esquema de masas y reacciones en carga máxima.

#### 4.1.3. COMPROBACIÓN DE ADHERENCIA EJE DELANTERO.

Ateniéndonos a condiciones de seguridad y al cumplimiento de la directiva 97/27/CEE se ha de cumplir que el vehículo cargado hasta su Masa Máxima Técnica Admisible, el eje delantero deberá soportar al menos un 25% de dicha masa.

**- Masa máxima y peso máximo en condiciones de circulación (vehículo carrozado + carga máxima + 2 ocupantes):**

Total (tara bastidor T + tara mecanismo C +  
+ carga útil q + peso ocupantes)..... 18.000 (kg)  
180.000 (N)

Eje delantero (tara vehículo T1 + tara mecanismo C1 +  
+ carga útil  $q_A$  +2 ocupantes).....  $R_A = 7.398$  (kg)  
 $R_A = 73.980$  (N)

$$73.980(\text{N}) \cdot \frac{100 \%}{180.000 (\text{N})} = 41,1 \% > 25 \% \Rightarrow \text{cumple}$$

## **4.2. GRÁFICO ACOTADO DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS, ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES.**

Se modeliza el bastidor del vehículo como una viga biapoyada, cuyos apoyos representan los ejes del vehículo. La masa del mecanismo se considera como una carga puntual aplicada en el centro de gravedad del mismo. La masa del contenedor y su carga se considera como una carga uniformemente repartida, a lo largo de la base del mecanismo.

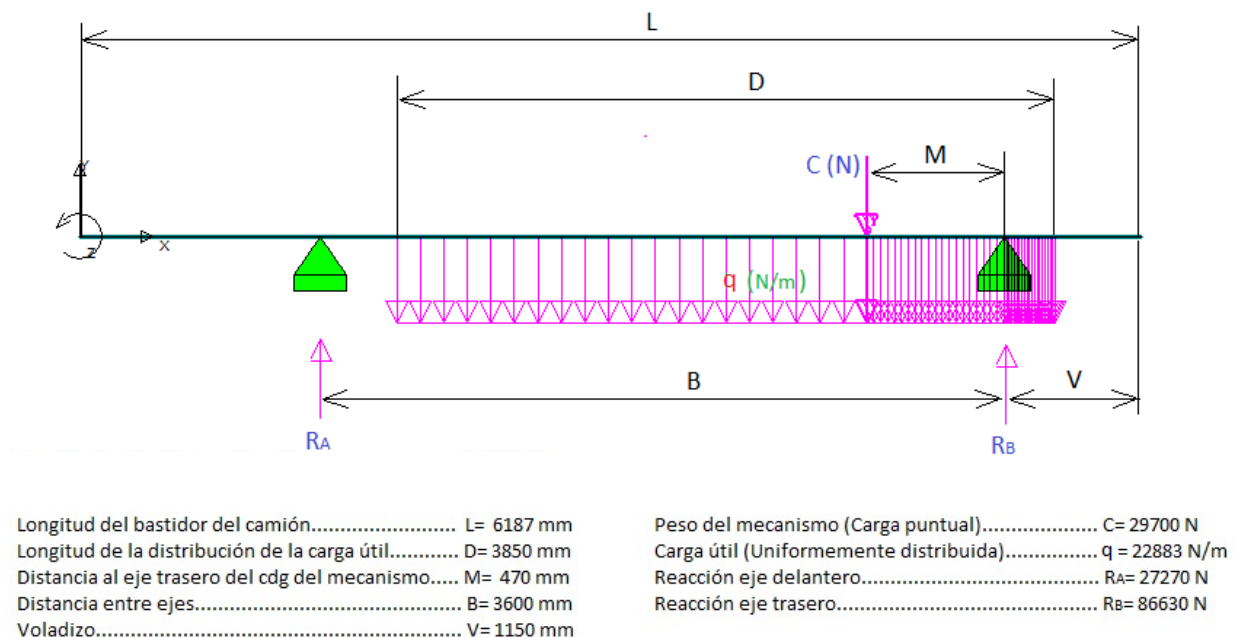


Figura 4.4. Distribución y reacciones de las masas provocada por el mecanismo y su carga útil.

Los valores numéricos de los esfuerzos cortantes y momentos flectores, quedan definidos con las siguientes ecuaciones, aplicando los principios de la resistencia de materiales.

- Considerando el origen en el eje delantero, el valor de la coordenada “x”, toma valores según los siguientes tramos:

Tramo 1:  $0 < x < 0,40$  m. Desde la reacción en eje delantero “RA” hasta antes de la aplicación de la carga útil “q”

CORTANTE:  $Q = 35.080 \text{ (N)}$

MOMENTO FLECTOR:  $M = 35.080 \text{ (N)} \cdot x$

Tramo 2:  $0,40 < x < 3,13$  m. Desde el comienzo de la aplicación de la carga “q” hasta el punto de aplicación de la carga “C”

CORTANTE:  $Q = 35.080 \text{ (N)} - 22.883 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \cdot [x - 0,40 \text{ (m.)}] - 29.700 \text{ (N)}$

MOMENTO FLECTOR:  $M = 35.080 \text{ (N)} \cdot x - \frac{22.883}{2} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \cdot [x - 0,40 \text{ (m.)}]^2$

Tramo 3:  $3,13 < x < 3,6$  m. Desde el punto de aplicación de la carga “C” hasta la reacción en eje trasero “RB”

CORTANTE:  $Q = 35.080 \text{ (N)} - 22.883 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \cdot [x - 0,40 \text{ (m.)}] - 29.700 \text{ (N)} + 82.720 \text{ (N)}$

MOMENTO FLECTOR:

$$M = 35.080 \text{ (N)} \cdot x - \frac{22.883}{2} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \cdot [x - 0,40 \text{ (m.)}]^2 - 29.700 \text{ (N)} \cdot [x - 3,13 \text{ (m.)}] + 82.720 \text{ (N)} [x - 3,6 \text{ (m.)}]$$



Tramo 4:  $3,60 < x < 4,25$  m. Desde la reacción en el eje trasero “Rb” hasta el final de la aplicación de la carga “q”.

$$\text{CORTANTE: } Q = 35.080 \text{ (N)} - 22.883 \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \cdot [x - 0,40 \text{ (m.)}] - 29.700 \text{ (N)} + 82.720 \text{ (N)}$$

MOMENTO FLECTOR:

$$M = 35.080 \text{ (N)} \cdot x - \frac{22.883}{2} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \cdot [x - 0,40 \text{ (m.)}]^2 - 29700 \text{ (N)} \cdot [x - 3,13 \text{ (m.)}] + 82.720 \text{ (N)} \cdot [x - 3,6 \text{ (m.)}]$$

El resultado queda representado en el diagrama de esfuerzos.

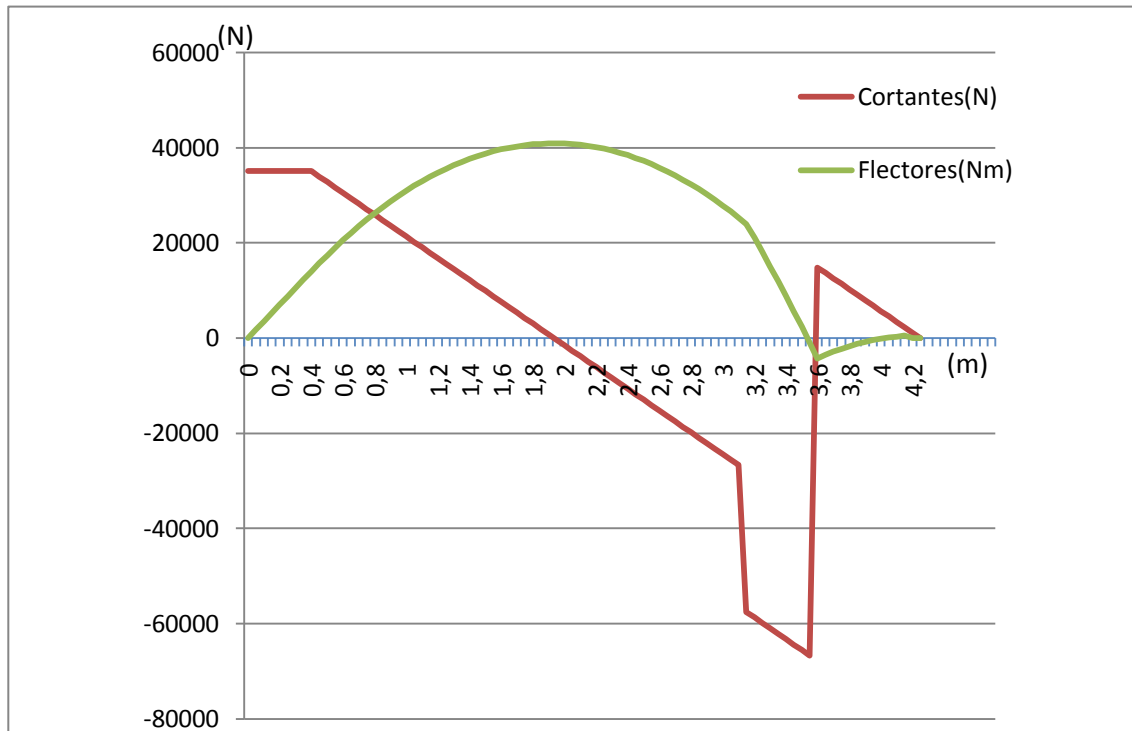


Figura 4.5. Diagrama de esfuerzos flectores y cortantes del mecanismo y de su carga útil.

El diagrama muestra los tramos del bastidor que están sometidos a mayores esfuerzos.

El valor que corresponde al máximo esfuerzo flector es:

$$\underline{M_{\max} = 40.848 Nm}$$

El valor que corresponde al máximo esfuerzo cortante es:

$$\underline{Q_{\max} = 66.701 N}$$

Se ha utilizado el programa ANSYS con el fin de comprobar que el resultado obtenido es correcto, además de así obtener los valores máximos de esfuerzo cortante y momento flector en el bastidor, siendo las unidades utilizadas en el programa Newton y mm.

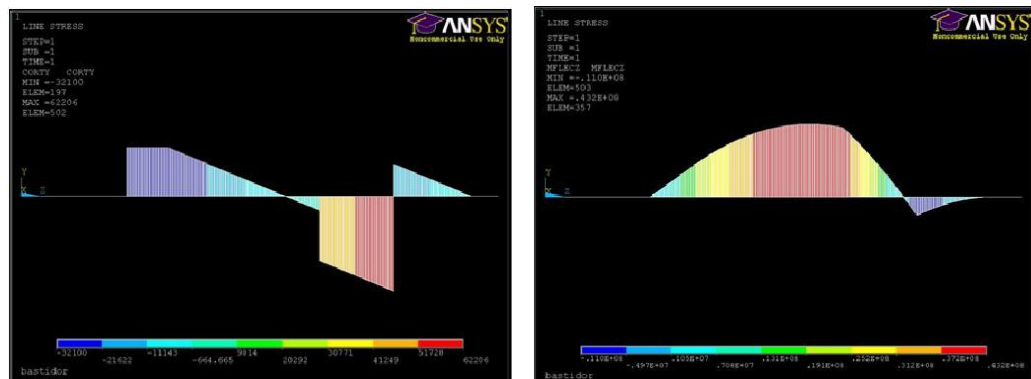


Figura 4.6. Diagrama de esfuerzos cortantes y flectores del mecanismo y de su carga útil utilizando ANSYS.

Todos los diagramas de esfuerzos cortantes y flectores del bastidor de un chasis cabina de dos ejes, sobre el cual se instala cualquier tipo de carrocería, son similares, lo que permite visualizar rápidamente posibles errores en las ecuaciones.

### **4.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL BASTIDOR.**

#### **4.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES BASTIDOR-FALSO BASTIDOR:**

El mecanismo portacontenedores se fija a un bastidor de montaje, y este al bastidor del vehículo, como queda representado en la figura.

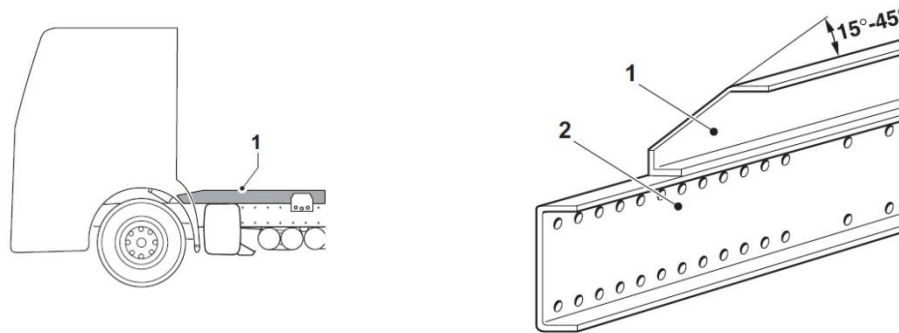


Figura 4.7. Bastidor de montaje (1). Bastidor del vehículo (2).

Se describen las dimensiones y características de las secciones, necesarias para los cálculos del módulo resistente y coeficiente de seguridad a flexión en la sección más solicitada.

El bastidor del vehículo está formado por dos largueros en forma de U con las siguientes dimensiones y características:

Base  $\rightarrow B = 0,070 \text{ m}$

Altura  $\rightarrow H = 0,0286 \text{ m}$

Espesor  $\rightarrow E = 0,008 \text{ m}$

Material  $\rightarrow$  Acero S 380 MC

Límite elástico  $\rightarrow \sigma_y = 3,5 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$

El bastidor de montaje tiene las siguientes medidas y características, según recomendación del fabricante del vehículo:

Base  $\rightarrow B_1 = 0,070 \text{ m}$

Material  $\rightarrow$  Acero S 380 MC

Altura  $\rightarrow H_1 = 0,220$

Límite elástico  $\rightarrow \sigma_y = 3,5 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$

Espesor  $\rightarrow E_1 = 0,008 \text{ m}$

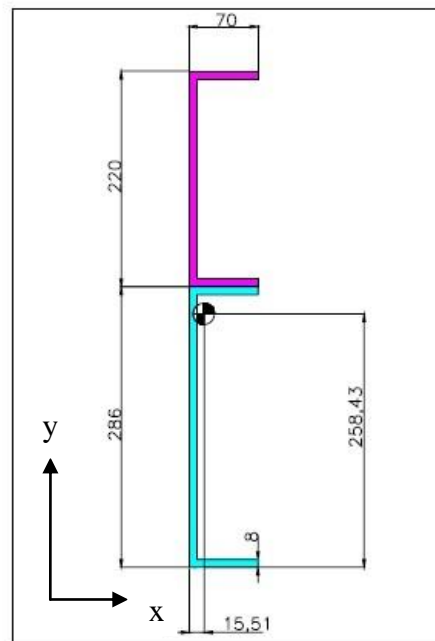


Figura 4.8. Sección conjunta larguero del bastidor y falso bastidor.

Se halla el centro de gravedad y el momento de inercia según eje x de la sección conjunta bastidor + bastidor de montaje, con las siguientes expresiones.

Centro de gravedad en eje x:

$$x_g = \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3 + A_4 \cdot x_4 + A_5 \cdot x_5 + A_6 \cdot x_6}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6}$$

Centro de gravedad en eje y:

$$y_g = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3 + A_4 \cdot y_4 + A_5 \cdot y_5 + A_6 \cdot y_6}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6}$$

Cada subíndice corresponde a una división del conjunto de la sección:

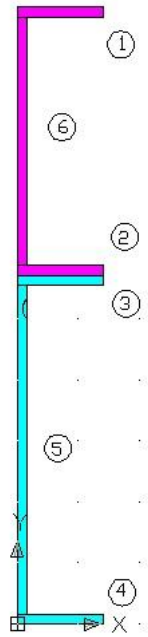


Figura 4.9. División en figuras simples de la sección conjunta larguero del bastidor y falso bastidor.

Momento de inercia respecto al eje x. Aplicación de teorema de Steiner:

$$I_{x_{total}} = \sum I_{x_i} \rightarrow i = (1, \dots, 6)$$

$$I_{x_i} = \frac{1}{12} b h^3 + A_i (y_g - y_{g_i})^2$$

i	AREA A (m2)	CDG Y (m)	Base b (m)	Altura h (m)
1	0,00056	0,502	0,07	0,008
2	0,00056	0,29	0,07	0,008
3	0,00056	0,282	0,07	0,008
4	0,00056	0,004	0,07	0,008
5	0,001632	0,396	0,008	0,204
6	0,00216	0,143	0,008	0,27

Tabla 4.1. Valores de las figuras simples de la sección conjunta bastidor y falso bastidor.

El resultado de los valores obtenidos queda resumido en la siguiente tabla:

<b>Sección</b>	$6,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
<b><math>I_x</math></b>	$1,30 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
<b>Centro de gravedad (y)</b>	0,25842 m
<b>Centro de gravedad (x)</b>	0,01551 m

Tabla 4.2. Resultados sección conjunta.

#### 4.3.2. CÁLCULO DEL MÓDULO RESISTENTE.

El valor del módulo resistente ( $W$ ) es utilizado para determinar el cálculo a flexión de la sección más solicitada y obtener el coeficiente de seguridad en dicha sección. Dicho módulo queda definido con la siguiente expresión:

$$W = \frac{I_{x_{total}}}{y_g} = \frac{1,30 \cdot 10^{-4}}{0,25842} = 5,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

#### 4.3.3. CÁLCULO A FLEXIÓN DE LA SECCIÓN MÁS SOLICITADA.

En el diagrama de esfuerzos se observa el tramo de bastidor, en el cual la sección está más solicitada a esfuerzo flector.

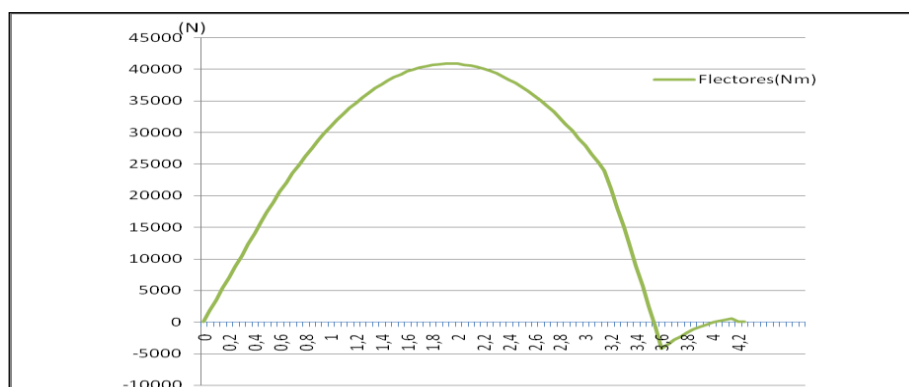


Figura 4.10. Diagrama de esfuerzos flectores.

En ese punto, el momento flector soportado por el conjunto bastidor- bastidor de montaje es:

$$\underline{\underline{M_{f\max} = 40.848 N \cdot m}}$$

La tensión máxima que soporta el bastidor, queda definida por la siguiente expresión:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{f\max}}{W} = 8,42 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2$$

Las características del material son:

Material: Acero S 380 MC

Límite elástico:  $\sigma_y = 3,5 \cdot 10^8 \text{ N / m}^2$

El coeficiente de seguridad, viene definido por el cociente entre el límite elástico del material y la máxima tensión de cálculo a la que está sometido. Teniendo en cuenta aumentos en la tensión a la que está sometida la sección, por situaciones excepcionales que pueden producirse durante la circulación, como pueden ser el arranque, la frenada, irregularidades de la calzada, etc..., utilizaremos un criterio de aceptación del coeficiente de seguridad  $\geq 6$ .

$$\underline{\underline{n = \frac{2 \cdot \sigma_y}{\sigma_{\max}} = 8,3 \geq 6 \rightarrow \text{válido}}}$$

El límite elástico en el numerador, se multiplica por dos, teniendo en cuenta los dos largueros principales que forman el bastidor del vehículo.

#### 4.3.4. CÁLCULO A CORTADURA DE LA SECCIÓN MÁS SOLICITADA.

En el diagrama de esfuerzos se observa el tramo de bastidor, en el cual la sección está más solicitada a esfuerzo flector.

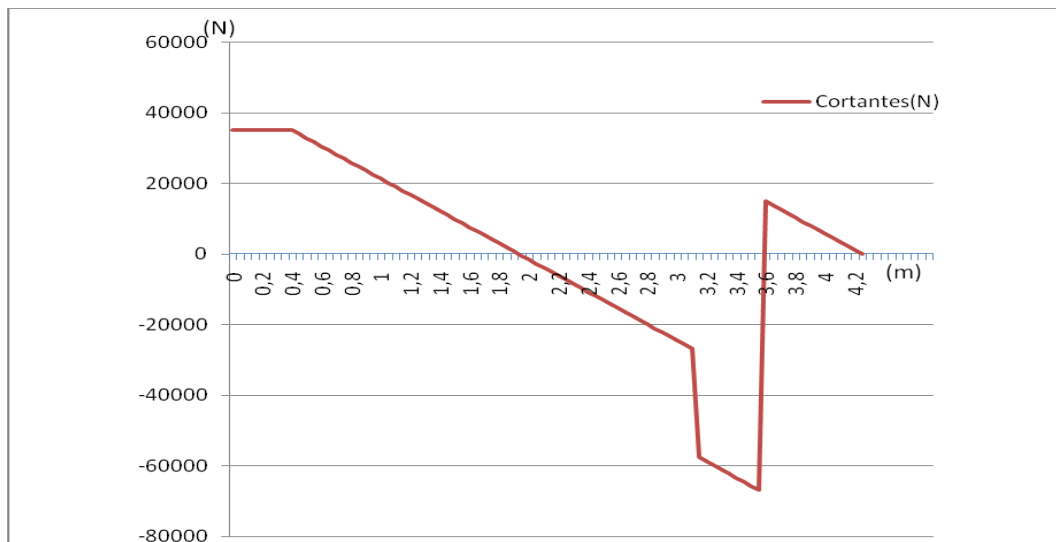


Figura 4.11. Diagrama de esfuerzos cortantes.

En ese punto, el esfuerzo cortante soportado por el conjunto bastidor- bastidor de montaje es:

$$\underline{Q_{m\acute{a}x} = 66.701N}$$

El límite elástico a cortadura ( $\tau$ ), se obtiene utilizando el criterio de máxima tensión de von Mises-Hencky, con la siguiente expresión:

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma_y = 2,02 \cdot 10^8 \text{ N / m}^2$$



La tensión a cortadura máxima a la que está sometido el bastidor, queda definida por el valor de máximo esfuerzo cortante, distribuido por el área de la sección:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{Q}{s} = 1,106 \cdot 10^7 \text{ N} / \text{m}^2$$

sección del bastidor,  $s = 6,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

El coeficiente de seguridad, viene definido por el cociente entre el límite elástico a cortadura y la máxima tensión de cálculo a cortadura a la que está sometido el material. Los coeficientes de seguridad para criterios de máxima tensión a cortadura son más elevados debido a que el fallo se produce antes, generalmente, por esfuerzos flectores ó fatiga. Teniendo en cuenta estos factores, podemos dar favorable coeficientes de seguridad a cortadura superiores a 20.

$$n = \frac{2 \cdot \tau}{\tau_{m\acute{a}x}} = 36,5 \geq 20 \rightarrow \textit{v\acute{a}lido}$$

El límite elástico a cortadura en el numerador, se multiplica por dos, teniendo en cuenta los dos largueros principales que forman el bastidor del vehículo.

## 4.4. CÁLCULO DE ESTABILIDAD LONGITUDINAL Y LATERAL.

### 4.4.1. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD LONGITUDINAL.

El mecanismo portacontenedores equipa un sistema de pies de apoyo hidráulicos, destinados a estabilizar el vehículo durante las maniobras de carga y descarga del contenedor. También dispone de una longitud de brazo variable entre un radio mínimo y máximo. Este apartado verifica la estabilidad con carga máxima y radio mínimo, y define el límite de carga con radio máximo.

Dos tipos de momentos se producen en el vehículo, durante la maniobra de carga y descarga del contenedor:

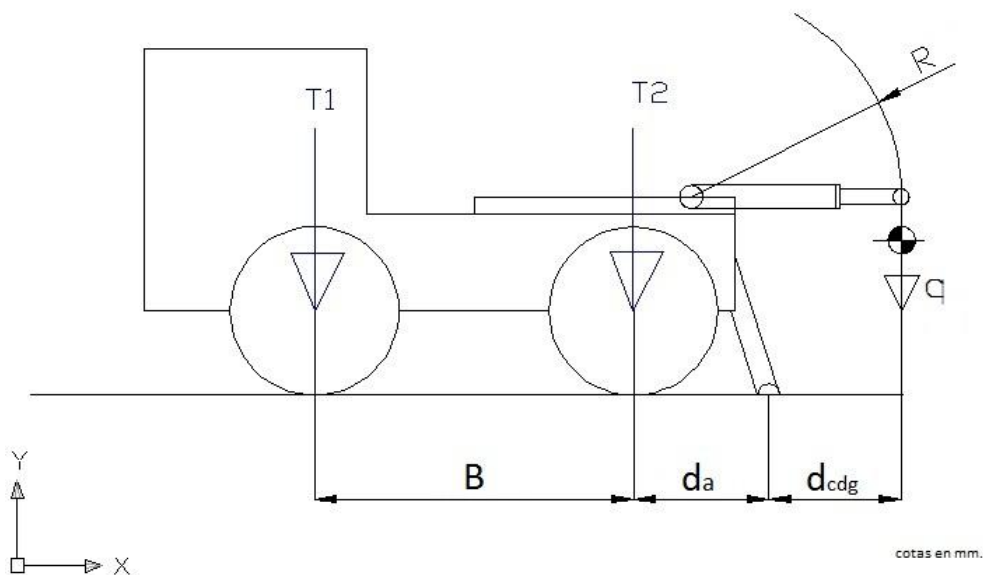


Figura 4.12. Representación gráfica de las cargas y distancias que intervienen en el sumatorio de momentos.

**Momento estabilizador:** Momento que impide el vuelco en la maniobra. Se produce debido al peso propio del vehículo aplicado en cada una de las ruedas. En este apartado se desprecia el peso del mecanismo, ya que este se desplaza hacia atrás en el momento de la maniobra respecto al apoyo de los estabilizadores.

$$M_s = T_1 \cdot (B + d_a) + T_2 \cdot d_a$$

$M_s [N \cdot m] \rightarrow$  Momento estabilizador.

$T_1 \rightarrow$  Tara del vehículo en el eje anterior ( $37.400N$ )

$T_2 \rightarrow$  Tara del vehículo en el eje posterior ( $23.300N$ )

$B \rightarrow$  Distancia entre ejes

$d_a \rightarrow$  Distancia entre el eje posterior y el apoyo ( $1,528m$ )



$$M_s = 37.400N \cdot (3,6 + 1,528)m + 23.300N \cdot 1,528m = 227.389,6 N \cdot m$$

Las diferentes distancias se deducen de los planos del mecanismo, y de su montaje sobre el vehículo. La parte posterior del mecanismo, sin incluir el apoyo, coincide con el final del voladizo del vehículo.

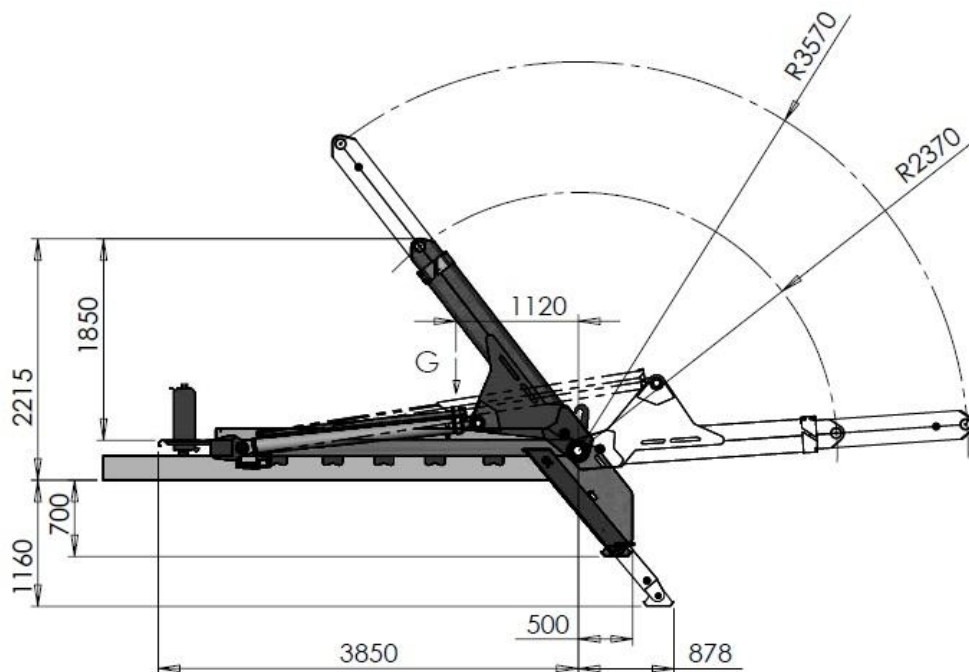


Figura 4.13. Mecanismo portacontenedores.

La variación de la longitud del brazo del mecanismo, influye en la posición de la carga en el momento más crítico de la maniobra de carga y descarga, que se da con la carga suspendida en la parte trasera del vehículo. La posición más

desfavorable que se puede dar es con el brazo desplegado totalmente, describiendo en su recorrido, un radio máximo de 3570mm como indica la Figura 4.13.

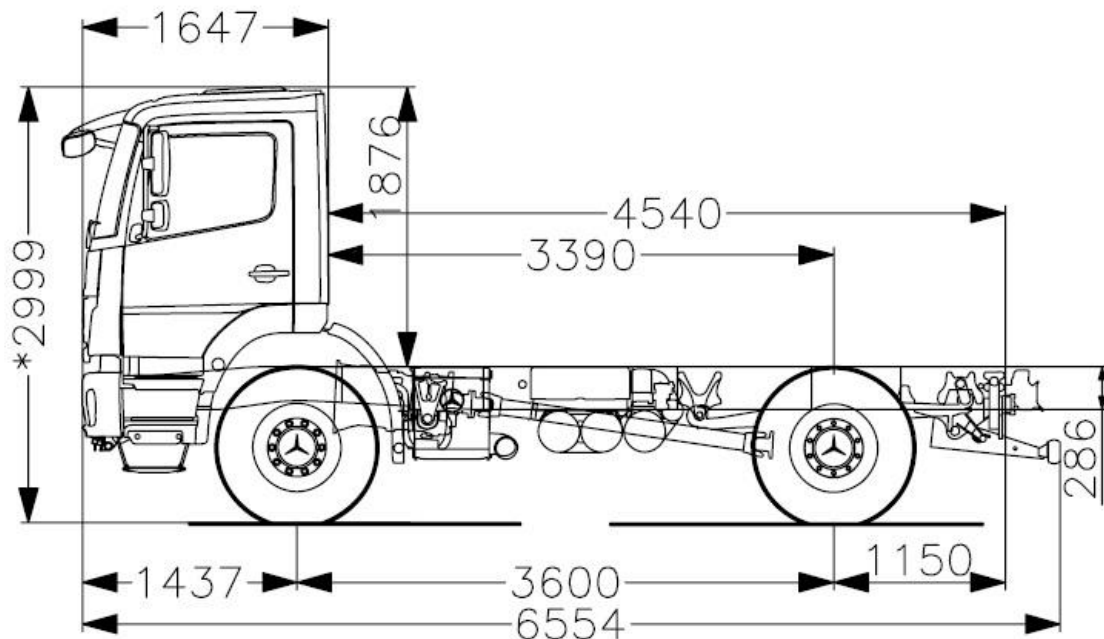


Figura 4.14. Vehículo sin carrozado.

Momento de vuelco: se trata del momento que genera el vuelco en la maniobra. Se produce debido al peso de carga útil (contenedor + carga).

$$M_v = q \cdot d_{cdg}$$

$M_v [N \cdot m] \rightarrow$  Momento de vuelco.

$q [N] \rightarrow$  Peso de la carga útil.

$d_{cdg} [m] \rightarrow$  Distancia del cdg de la carga al apoyo.

- Momento de vuelco para una longitud de brazo  $r = 2370\text{mm}$ .

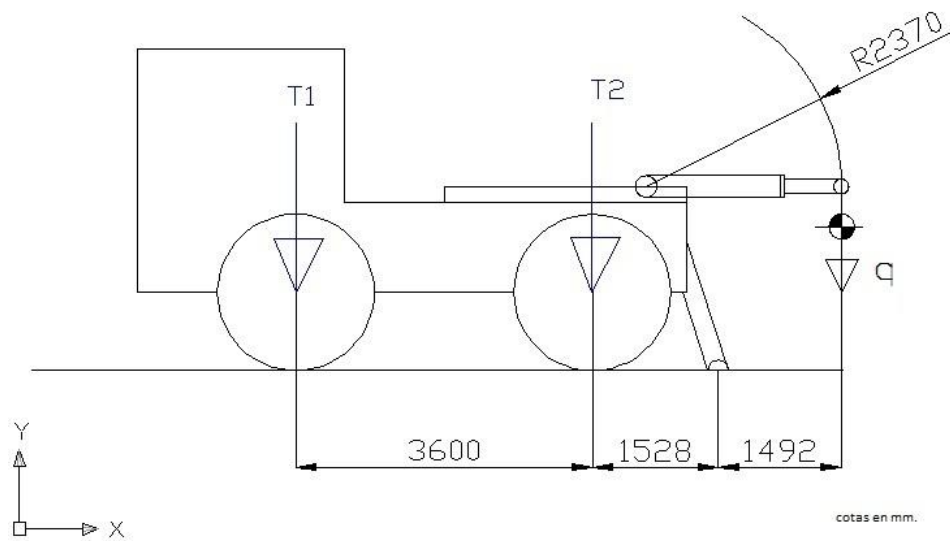


Figura 4.15. Representación gráfica para el cálculo de momento de vuelco con radio mínimo.

$$\underline{M_{vl} = 88.100\text{N} \cdot 1,492\text{m} = 131.445,2\text{N} \cdot \text{m}}$$

Un coeficiente de seguridad menor a la unidad, produce el vuelco del vehículo. Un coeficiente de seguridad igual a la unidad, corresponde a una posición de equilibrio, siendo esta inestable. Si el momento estabilizador supera en un 25% al valor del momento de vuelco, se puede asegurar que no se produce vuelco, por lo que se considera aceptable un coeficiente de seguridad  $n_e > 1,25$

$$\underline{n_{el} = \frac{M_s}{M_{vl}} = 1,73 > 1,25 \rightarrow \text{válido}}$$

- Momento de vuelco para una longitud de brazo  $r = 3570\text{mm}$ .

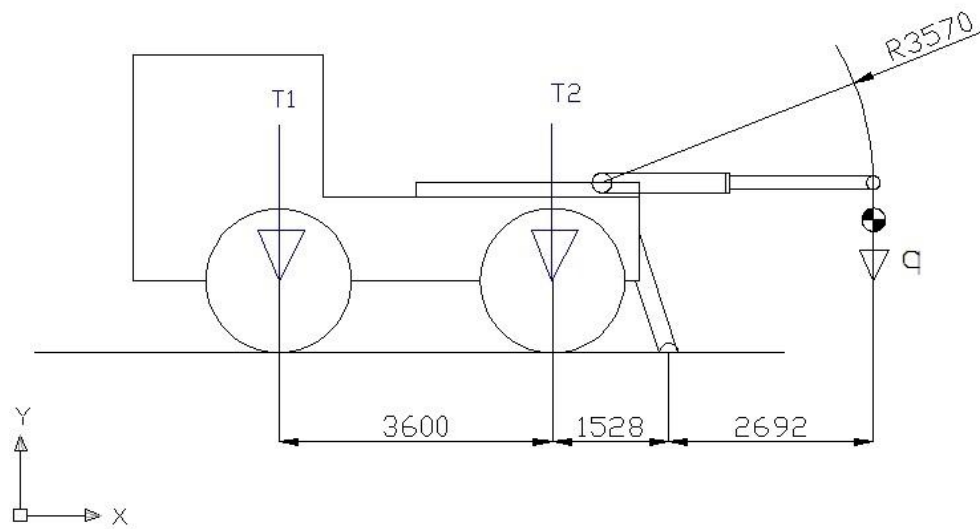


Figura 4.16. Representación gráfica para el cálculo de momento de vuelco con radio máximo.

$$\underline{M_{v2} = 88.100\text{N} \cdot 2,692\text{m} = 237165,2\text{N} \cdot \text{m}}$$

Se considera aceptable un coeficiente de seguridad  $n_e \geq 1,25$

$$n_{e2} = \frac{M_s}{M_{v2}} = 0,96 < 1,25 \rightarrow \text{Planteamiento no válido.}$$

Se limita la carga que puede manipular el mecanismo con longitud de radio máxima, asegurando un coeficiente de seguridad  $n_{e2} = 1,25$

$$n_{e2} = \frac{M_s}{M_{v2}} = 1,25 \rightarrow M_{v2} = 181911,7\text{Nm}$$

$$M_s = 227389,6\text{Nm}$$

$$M_v = q \cdot d_{cdg} \rightarrow q = 67575\text{N} \text{ máxima carga con radio máximo}$$

$$d_{cdg} = 2,692\text{m}$$

La distancia máxima que puede permitirse desde el apoyo al centro de gravedad de la carga suspendida, cumpliendo el coeficiente de seguridad establecido será:

$$n_{e2} = \frac{M_s}{M_{v2}} = 1,25$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_s = 227389,6 Nm \\ M_{v2} = 88.100 N \cdot d_{\max} [m] \end{array} \right\} \rightarrow d_{\max} = 2,064 m$$

Por lo tanto el radio máximo ( $r_{\max}$ ) que describe el extremo del brazo del mecanismo durante la operación de carga y descarga, en estas condiciones será:

$$r_{\max} = r + (d_{\max} - d_1) = 2,370 m + (2,064 - 1,492) m = 2,942 m \text{ máximo radio con carga máxima}$$

$r \rightarrow$  longitud de brazo del mecanismo sin extender

$d_1 \rightarrow$  distancia del apoyo al cdg de la carga. (Con  $r$ )

Se deduce, por lo tanto, que el uso de la longitud de brazo más desfavorable estará limitado a situaciones de carga y descarga de contenedores que por su volumen se haga necesario el despliegue total del brazo, para asegurar que no golpee el vehículo en la maniobra de carga y descarga, ó para contenedores de menor volumen que sea necesario para su colocación ó recogida extender el brazo a su posición máxima, pero teniendo en cuenta que la carga que porte estará limitada a lo recogido en el cálculo anterior. De la misma forma, maniobrando con el total de la carga útil, la extensión del brazo del mecanismo estará limitada al valor indicado en este apartado.

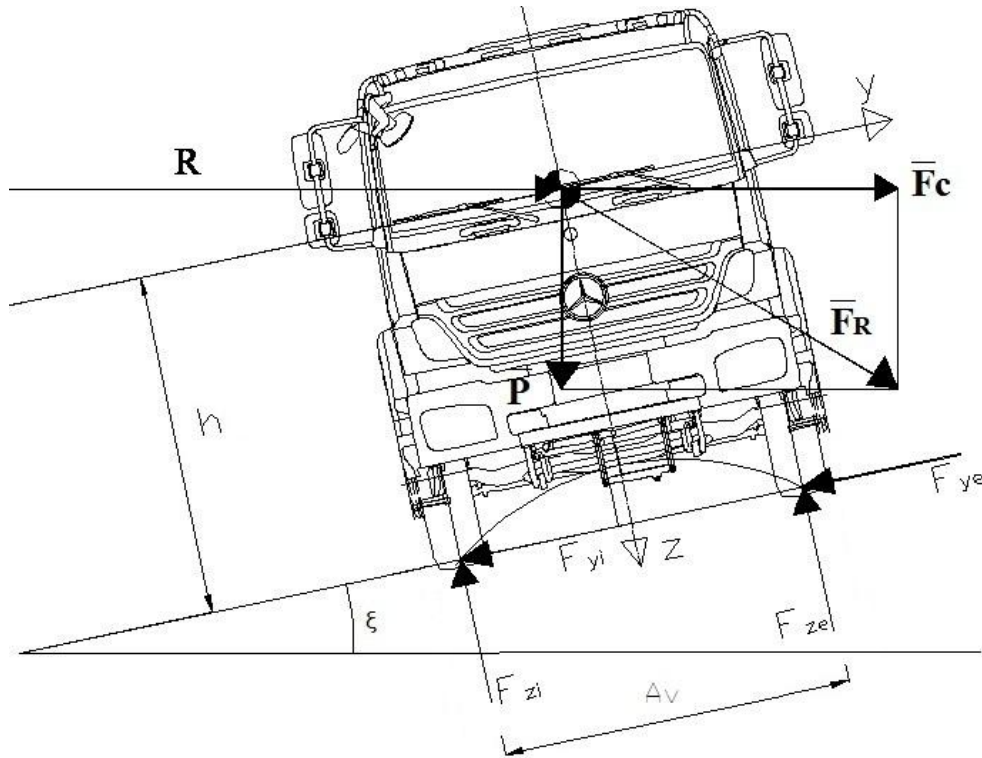
#### 4.4.2. CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD LATERAL.

El estudio estático lateral no será considerado, dado que todas las maniobras de carga y descarga se realizan de forma longitudinal. Se realiza un estudio de dinámica lateral del vehículo, en condiciones más desfavorables de carga, comprobando velocidades máximas de vuelco y derrape con distintos radios de curvatura, peraltes y tipo de vía.

Cuando el vehículo describe una trayectoria curva, la fuerza centrífuga, actuando sobre su centro de gravedad, a una altura  $h_{cdg}$  desde la superficie de rodadura, origina un esfuerzo lateral, que debe ser compensado por las fuerzas de adherencia entre los neumáticos y el suelo, y un momento de vuelco. Al aumentar la velocidad, se incrementarán ambos efectos por lo que el vehículo puede perder su trayectoria si la adherencia transversal es sobrepasada, o volcar, en ciertas condiciones.

En la figura siguiente queda reflejados los factores que intervienen en dicho estudio.





$F_{zi}$  → Fuerza normal de adherencia entre suelo y neumáticos interiores.

$F_{yi}$  → Fuerza tangencial de adherencia entre suelo y neumáticos interiores.

$F_{ze}$  → Fuerza normal de adherencia entre suelo y neumáticos exteriores.

$F_{ye}$  → Fuerza tangencial de adherencia entre suelo y neumáticos exteriores.

$h$  → Altura del centro de gravedad del vehículo.

$A_v$  → Ancho de vía del vehículo.

$F_c$  → Fuerza centrífuga.

$P$  → Masa del vehículo.

$R$  → Radio de la curva.

$\xi$  → Peralte del vehículo.

Figura 4.17. Modelo bidimensional para el cálculo aproximado de las velocidades límite de vuelco y derrape.

#### 4.4.2.1 Cálculo aproximado de la velocidad límite de vuelco.

Como se observa en la figura 4.17, las fuerzas que intervienen según ejes y-z, se pueden expresar:

$$F_y = F_c \cos \xi - P \sin \xi$$

$$F_z = P \cos \xi + F_c \sin \xi$$

La condición de vuelco podrá formularse:

$$\frac{F_y}{F_z} = \frac{F_c \cos \xi - P \sin \xi}{P \cos \xi + F_c \sin \xi} = \frac{A_v/2}{h}$$

Esta condición de vuelco, puede expresarse geométricamente, en la figura 4.17, cuando la resultante  $F_R$ , de las fuerzas que actúan sobre el centro de gravedad del vehículo ( $P$  y  $F_c$ ), corta a la superficie de rodadura en el punto exterior de la huella de contacto del neumático exterior. Por lo tanto, tal y como están expresadas las fuerzas en la figura 4.17, asegurarían el vuelco del vehículo.

Teniendo en cuenta que la fuerza centrífuga es:

$$F_c = \frac{PV^2}{gR} \quad ; \text{ siendo } V \rightarrow \text{Velocidad del vehículo}$$

sustituyendo en la ecuación anterior y despejando  $V$ , obtenemos la velocidad límite de vuelco  $V_{lv}$ :

$$V_{lv} = \sqrt{gR \frac{A_v/2h + tg\xi}{1 - A_v/2h \cdot tg\xi}}$$

Y para el caso de peralte nulo:

$$V'_{lv} = \sqrt{gR \frac{A_v}{2h}}$$

Los valores necesarios para obtener la resolución de la expresión, son los siguientes:

- Altura de gravedad del vehículo ( $h$ ). Queda definido por las alturas de los centros de gravedad del vehículo en vacío ( $h_1$ ), mecanismo ( $h_2$ ) y carga ( $h_3$ ).

Altura del centro de gravedad del vehículo en vacío  $h_1$ . Se aproxima el centro de gravedad del vehículo, con la posición del centro de gravedad del chasis, aportado por el fabricante, considerando aceptable esta simplificación.

***Altura del centro de gravedad del chasis***

<b>desde el suelo</b>	<b>desde el borde superior del bastidor</b>
1.000 mm	-218 mm

Tabla 4.3. Altura del centro de gravedad del chasis (Directrices Mercedes Benz).

Por lo tanto, la posición del centro de gravedad del vehículo en vacío y su masa queda definido por:

$$h_1 = 1.000 \text{ mm}$$

$$T = 60.700 \text{ N}$$

Altura del centro de gravedad del mecanismo  $h_2$ . Se modeliza el mecanismo portacontenedores con la herramienta informática Autocad, teniendo en cuenta el plano y geometría aportado por el fabricante Cayvol. La altura del centro de gravedad es obtenida con el mismo software Autocad.

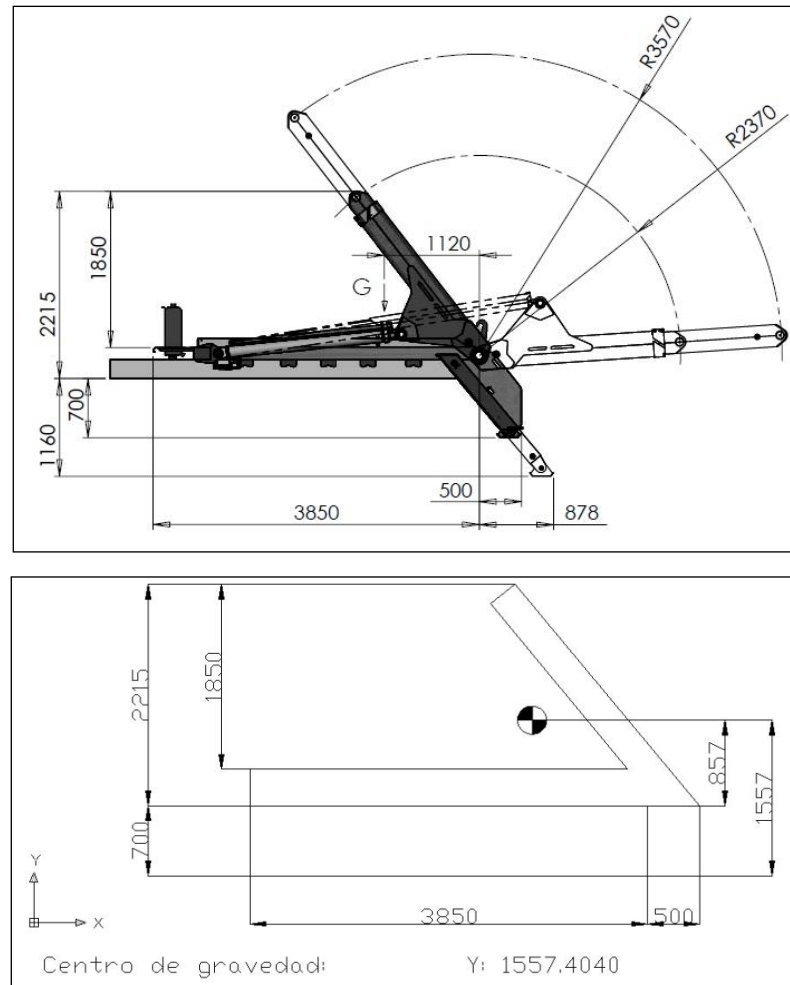


Figura 4.18. Altura del centro de gravedad geométrico en modelo de mecanismo portacontenedores.

Teniendo en cuenta la altura del bastidor del vehículo (1050mm), sobre el que se monta el mecanismo, y el origen de la coordenada Y en el suelo, la altura del centro de gravedad del mecanismo  $h_2$ , y su masa, quedan definidos:

$$h_2 = 1.050mm + 857mm = 1.907mm$$

$$C = 29.700N$$

Altura del centro de gravedad de la carga  $h_3$ . Se obtiene la altura del centro de gravedad geométrico del contenedor, utilizando las herramientas que ofrece el software Autocad.

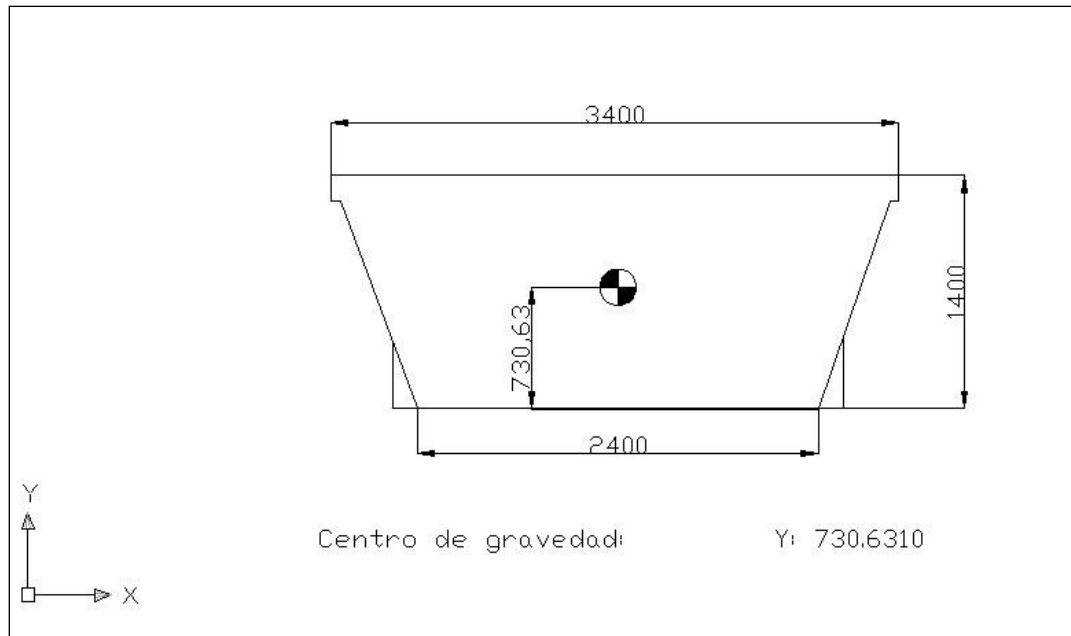


Figura 4.19. Altura del centro de gravedad geométrico del contenedor.

Se supone una carga homogénea con distribución uniforme. La altura de la base del contenedor respecto al suelo es el resultado de sumar la altura del bastidor del vehículo más la altura del bastidor de montaje, quedando la posición del centro de gravedad y su masa:

$$h_3 = 1.050mm + 220mm + 730 = 2.000mm$$

$$q = 88.100N$$

Por tanto la altura aproximada del centro de gravedad del vehículo se calcula con la siguiente expresión:

$$h = \frac{h_1 \cdot T + h_2 \cdot C + h_3 \cdot q}{T + C + q}$$

$$\underline{h = 1644mm.}$$

- Ancho de vía del vehículo ( $A_v$ ). Es la distancia entre los centros de bandas de rodadura de neumáticos de cada eje. Al ser diferentes los anchos de vía del eje delantero y trasero, se halla la media de ambos.

$$A_v = \frac{A_{v1} + A_{v2}}{2}$$

$$A_{v1} = 2.052mm$$

$$A_{v2} = 1.802mm$$

$$\underline{A_v = 1.927mm}$$

- Radio y peralte de la curva. ( $R$ ) ( $\xi$ ). Se tendrá en cuenta la actual Instrucción de Carreteras, en su Norma 3.1-IC, aprobada por Orden Ministerial del 27/12/1999, que especifica los criterios, parámetros y valores con que se deben proyectar las alineaciones curvas y, por tanto, deben satisfacer la totalidad de las carreteras integrantes de cualquier red viaria española.

Son de utilidad los datos proporcionados por dicha norma acerca de los radios mínimos a adoptar en función de la velocidad, así como los valores a adoptar en los peraltes.

La velocidad específica de la curva es la que evalúa la norma dentro de unos parámetros de seguridad.

La siguiente tabla, expresa los valores de radio mínimo ( $r$ ), peralte ( $p$ ) y velocidad específica de la curva ( $v$ ), según citada Norma.

<b>Grupo 1</b> Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100			<b>Grupo 2</b> Carreteras C-80, C-60 y C-40		
<i>v (km/h)</i>	<i>r (m)</i>	<i>p (%)</i>	<i>v (km/h)</i>	<i>r (m)</i>	<i>p (%)</i>
80	250	8,00	40	50	7,00
85	300		45	65	
90	350		50	85	
95	400		55	105	
100	450		60	130	
105	500		65	155	
110	550		70	190	
115	600		75	225	
120	700		80	265	
125	800		85	305	
130	900	7,51	90	350	6,50
135	1050	6,97	95	410	
140	1250	6,25	100	485	
145	1475	5,49	105	570	
150	1725	4,84	110	670	
		4,29			5,85
					5,24
					4,67

Tabla 4.4. Peralte y radios mínimos de curva según Norma 3.1-IC.

Una vez obtenidos todos los parámetros necesarios se procede al cálculo de la velocidad límite de vuelco en función del radio de curvatura y peralte de la vía.

Como puede observarse en la comparativa, la velocidad límite de vuelco siempre es superior a la velocidad específica de la curva, por lo que se considera correcto. Los valores quedan expresados en las tablas siguientes:

<b>GRUPO 1</b> Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100				
<i>v (km/h)</i>	<i>R (m)</i>	<i>ξ (%)</i>	<i>V<sub>lv</sub> (km/h)</i>	ACEPTABLE
80	250	8	149	OK
85	300	8	163	OK
90	350	8	176	OK
95	400	8	188	OK
100	450	8	200	OK
105	500	8	211	OK
110	550	8	221	OK
115	600	8	231	OK
120	700	8	249	OK

Tabla 4.5. Velocidad límite de vuelco ( $V_{lv}$ ), en función del radio (R) y peralte ( $\xi$ ). Comparativa con la velocidad específica de la curva ( $v$ ). Carreteras Grupo 1.

GRUPO 2				
Carreteras C-80, C-60, C-40				
v (km/h)	R (m)	$\xi$ (%)	$V_{lv}$ (km/h)	ACEPTABLE
40	50	7	66	OK
45	65	7	75	OK
50	85	7	86	OK
55	105	7	96	OK
60	130	7	106	OK
65	155	7	116	OK
70	190	7	128	OK
75	225	7	140	OK
80	265	7	152	OK
85	305	7	163	OK
90	350	7	174	OK
95	410	6,5	188	OK
100	485	5,85	203	OK
105	570	5,24	218	OK
110	670	4,67	235	OK

Tabla 4.6. Velocidad límite de vuelco ( $V_{lv}$ ), en función del radio (R) y peralte ( $\xi$ ). Comparativa con la velocidad específica de la curva (v). Carreteras Grupo 2.

#### 4.4.2.2. Cálculo aproximado de la velocidad límite de derrape.

De la figura 4.17:

$$\mu_y (P \cos \xi + F_c \sin \xi) = -P \sin \xi + F_c \cos \xi$$

$$V = \sqrt{gR \frac{\mu_y + \tan \xi}{1 - \mu_y \cdot \tan \xi}}$$

Teniendo en cuenta que:

$$(F_{zi} + F_{ze}) \mu_y = F_{ye} + F_{yi}$$

$\mu_y \rightarrow$  Coeficiente de adherencia.



Sustituyendo, se llega a la expresión:

$$\mu_y (P \cos \xi + F_c \sin \xi) = -P \sin \xi + F_c \cos \xi$$

Teniendo en cuenta que la fuerza centrífuga es:

$$F_c = \frac{PV^2}{gR} \quad ; \text{ siendo } V \rightarrow \text{Velocidad del vehículo}$$

y sustituyendo en la expresión anterior, se despeja V resultando:

$$V = \sqrt{gR \frac{\mu_y + tg\xi}{1 - \mu_y \cdot tg\xi}}$$

Si  $\mu_y = \mu_{y\max}$ , se obtiene la velocidad máxima de derrape  $V_{ld}$ :

$$V_{ld} = \sqrt{gR \frac{\mu_{y\max} + tg\xi}{1 - \mu_{y\max} \cdot tg\xi}}$$

Si la curva no está peraltada  $\xi = 0$ :

$$V'_{ld} = \sqrt{gR\mu_{y\max}}$$

Como en el apartado anterior, se tendrá en cuenta la Norma 3.1-IC. En dicha norma se evalúan las condiciones de seguridad en las curvas, estableciendo la máxima velocidad a la que se puede circular en diversas condiciones climáticas.

v (km/h)	$\beta$	$\gamma$			V <sub>1</sub> (km/h)		
		SECO	HUMEDO	HIELO	SECO	HUMEDO	HIELO
80	0.40	2.63	1.00	0.45	130	80	53
90	0.44	2.91	1.06	0.49	154	93	63
100	0.46	3.03	1.05	0.51	174	103	72
110	0.46	3.06	1.02	0.52	193	111	79
120	0.49	3.28	1.03	0.56	217	122	89
130	0.47	3.52	1.00	0.54	244	130	95
140	0.45	4.09	1.00	0.53	283	140	102
150	0.42	4.80	1.00	0.52	329	150	108

Tabla 4.7. Evaluación de la seguridad en las curvas aplicando condiciones normativas (carreteras del Grupo 1, Norma 3.1-IC).

v (km/h)	$\beta$	$\gamma$			V <sub>1</sub> (km/h)		
		SECO	HUMEDO	HIELO	SECO	HUMEDO	HIELO
40	0.28	2.07	0.99	0.32	57	40	23
50	0.30	2.25	1.02	0.35	75	51	29
60	0.32	2.39	1.01	0.37	93	60	36
70	0.35	2.56	1.02	0.39	112	71	44
80	0.37	2.74	1.01	0.42	132	80	52
90	0.38	2.86	1.01	0.44	152	90	60
100	0.36	3.14	1.00	0.42	177	100	65
110	0.33	3.50	1.00	0.40	206	110	69

Tabla 4.8. Evaluación de la seguridad en las curvas aplicando condiciones normativas (carreteras del Grupo 2, Norma 3.1-IC).

Se compararán las velocidades específicas de las curvas en diferentes condiciones climatológicas con el cálculo de la velocidad límite de deslizamiento del vehículo.

Para los cálculos se tendrán en cuenta los valores medios orientativos de  $\mu_{\max}$ , correspondientes a superficies con diversas situaciones climáticas, como se expresa en la siguiente tabla<sup>6</sup>:

Superficie	Valor máximo $\mu_{\max}$
Asfalto seco	0,8
Asfalto húmedo	0,5
Hielo	0,1

Tabla 4.9. Valores medios del coeficiente de adherencia entre neumático y superficie de rodadura.

Los valores de la velocidad límite de deslizamiento quedan representados en las siguientes tablas:

Carreteras Grupo 1. (Autopistas, autovías, vías rápidas, carreteras C-100)

v (km/h)	Velocidad de referencia V1 (km/h)					Límite de deslizamiento Vld (km/h)		
	SECO	HUMEDO	HIELO	R (m)	$\xi$ (%)	SECO	HUMEDO	HIELO
80	130	80	53	250	8	173	139	76
90	154	93	63	350	8	204	164	90
100	174	103	72	450	8	232	186	102
110	193	111	79	550	8	256	205	113
120	217	122	89	700	8	289	232	127
130	244	130	95	900	6,97	325	260	140
140	283	140	102	1250	5,49	377	301	157
150	329	150	108	1725	4,29	437	349	177

Tabla 4.10. Valores de velocidad límite de deslizamiento para carreteras Grupo 1.

Carreteras Grupo 2. (Carreteras C-80, C-60, C-40)

v (km/h)	Velocidad de referencia V1 (km/h)					Límite de deslizamiento Vld (km/h)		
	SECO	HUMEDO	HIELO	R (m)	$\xi$ (%)	SECO	HUMEDO	HIELO
40	57	40	23	50	7	77	61	33
50	75	51	29	85	7	100	80	43
60	93	60	36	130	7	123	99	53
70	112	71	44	190	7	149	119	64
80	132	80	52	265	7	176	141	76
90	152	90	60	350	7	202	162	87
100	177	100	65	485	5,85	236	188	99
110	206	110	69	670	4,67	274	218	112

Tabla 4.11. Valores de velocidad límite de deslizamiento para carreteras Grupo 2.

<sup>6</sup>Teoría de vehículos automóviles. Capítulo 2.

Como se observa en las distintas tablas, con el pavimento seco el vehículo volcaría antes de deslizarse. El vehículo deslizaría antes del vuelco en pavimentos húmedos ó con hielo. Todos los valores de velocidad límite de deslizamiento son aceptables, ya que están por encima de los valores de referencia que marca la Instrucción de Carreteras, en su Norma 3.1-IC. Hay que tener igualmente en cuenta que la máxima velocidad que puede alcanzar el vehículo es de 90 km/h, debido al uso obligatorio de limitador de velocidad, según Directiva 92/6/CEE del CONSEJO de 10 de febrero de 1992 relativa a la instalación y a la utilización de limitador de velocidad en determinadas categorías de vehículos de motor en la Comunidad.

Circulando el vehículo a su velocidad máxima de 90 km/h, las situaciones más críticas de deslizamiento se producirían en autopistas o autovías en curvas con hielo en el pavimento y con una velocidad específica de 80 km/h. En carreteras del grupo 2, las situaciones de deslizamiento más críticas se producirían en curvas con hielo en el pavimento y velocidad específica de 90 km/h, ó en curvas con humedad en el pavimento y velocidad específica de 50 km/h, ó por último en curvas con pavimento seco y velocidad específica de 40 km/h, siendo estas dos últimas situaciones improbables por estar fuera de la legalidad, prudencia y el sentido común.

#### **4.5. JUSTIFICACIÓN DEL EQUIPO Y CÁLCULO DE SU ACOPLAMIENTO AL VEHÍCULO.**

El mecanismo está construido sobre un bastidor de montaje, que se sitúa apoyado directamente sobre el bastidor del vehículo y se sujeta al mismo mediante uniones. Estas uniones están soldadas al bastidor de montaje y atornilladas al bastidor del vehículo.

Según las directrices marcadas por el fabricante Mercedes Benz, no está autorizada la soldadura en grupos tales como el motor, el cambio, los ejes, etc. Tampoco está autorizada la soldadura en el bastidor del chasis (excepto las modificaciones en el bastidor y de la distancia entre ejes, que no es el caso del vehículo en cuestión).

Las uniones están formadas por pletinas y tornillos. El bastidor del vehículo tiene previstos de fábrica una serie de orificios a lo largo de toda su extensión, de manera que no es necesario, ni está permitido, realizar operaciones de taladrado.

Para el cálculo de los tornillos, se considera que, en la parte delantera trabajan a tracción y en la parte lateral a cortante, según las siguientes figuras:

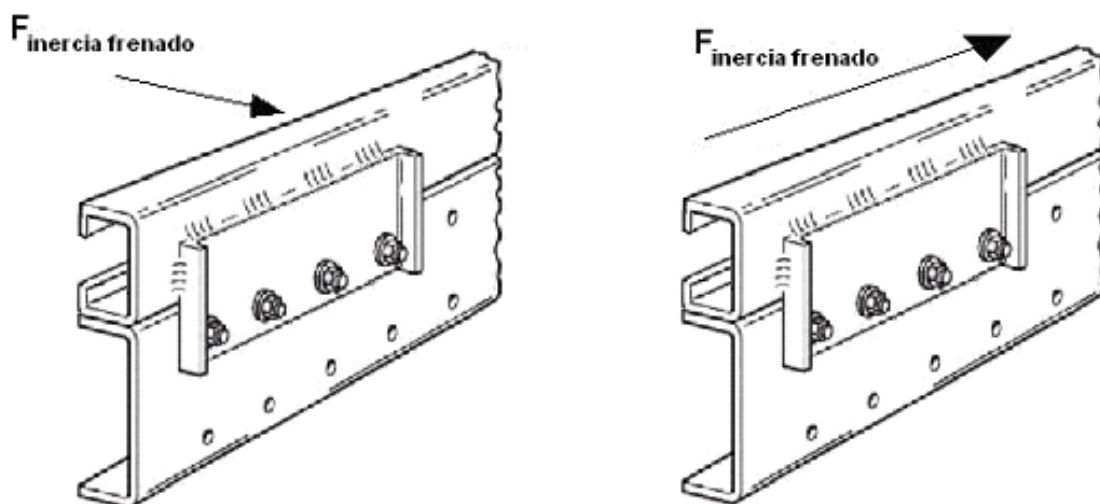


Figura 4.20. Tornillos parte delantera y lateral.

La disposición de las pletinas que unen el bastidor del vehículo con el falso bastidor del mecanismo puede verse en la siguiente figura según directrices del fabricante Mercedes Benz.

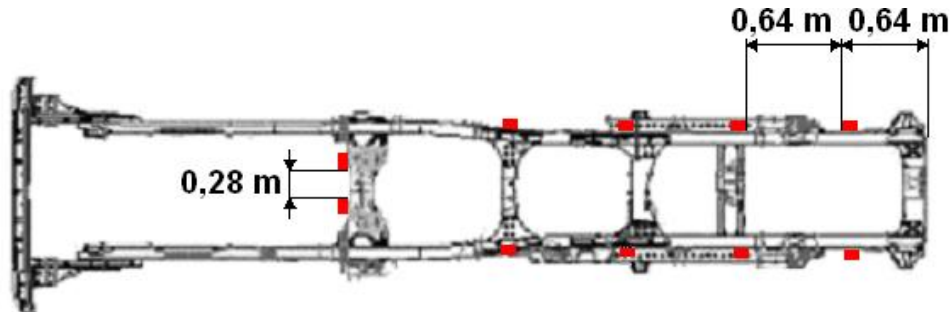


Figura 4.21. Vista en planta de la disposición de las pletinas (en rojo), sobre el bastidor de montaje-bastidor del vehículo.

#### 4.5.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN DE LOS TORNILLOS DELANTEROS EN CASO DE FRENADA.

Al efectuar una acción brusca de frenado aparece una fuerza de inercia  $I_f$  que tiene un valor de:

$$I_f = (q + C) \cdot \frac{J}{g} \rightarrow \frac{J}{g} = z$$

$I_f [N] \rightarrow$  Fuerza de inercia por la acción de frenado.

$(q + C)[N] \rightarrow$  Carga útil + Peso del mecanismo.

$z \rightarrow$  Coeficiente de frenado del vehículo.

$J \rightarrow$  Deceleración de frenado.

$g \rightarrow$  Gravedad.

El coeficiente de frenado ( $z$ ), está definido en la Directiva 98/14/CE DE LA COMISION de 27 de enero de 1998, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/320/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y de sus remolques.

Para vehículos de 2 ejes, debe cumplirse la relación:

$$z \geq 0,1 + 0,85 \cdot (k - 0,2), \text{ siendo } 0,2 \leq k \leq 0,8$$

Por lo tanto, para calcular la inercia de frenado  $I_f$ , se utiliza un coeficiente de frenado calculado a partir de un valor  $k = 0,8$  por ser más desfavorable:

$$\begin{aligned} z &\geq 0,1 + 0,85 \cdot (0,8 - 0,2) \rightarrow z \geq 0,61 \\ (q + C) &= (88.100 + 29.700)N = 117.800N \\ &\downarrow \\ I_f &= 117.800 \cdot 0,61 = 71.858 N \end{aligned}$$

Esta será la fuerza de inercia producida por la acción de frenado en el vehículo.

Para calcular la resistencia de los tornillos sometidos a esfuerzos de tracción, se utilizan expresiones propias del estudio de resistencia de materiales.

Los tornillos que incluye el fabricante para realizar la fijación del mecanismo al vehículo son M14 con las siguientes características:

→ Calidad: 8.8

$D$  → Diámetro del tornillo: 0,014 m.

$$A \rightarrow \text{Área de la sección del tornillo: } A = \frac{\pi \cdot (0,014)^2}{4} = 1,54 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$\sigma_y \rightarrow \text{Tensión de límite elástico: } \sigma_y = 6,4 \cdot 10^8 N / m^2$$

La resistencia a tracción de cada tornillo es:

$$R_{t, \text{tornillo}} = \sigma_y \cdot A = 6,4 \cdot 10^8 \cdot 1,54 \cdot 10^{-4} = 98.560 N$$

La fijación al chasis por la parte delantera se realiza mediante dos pletinas, teniendo un total de 6 tornillos trabajando a tracción. La resistencia a tracción de los tornillos deberá ser superior a la inercia de frenado, considerando aceptable un coeficiente de seguridad  $\geq 6$ . Este elevado coeficiente de seguridad se justifica teniendo en cuenta futuras previsiones de desgaste o corrosión debido a la intemperie donde se desarrolla el tipo de actividad de este vehículo, humedad, contacto con distintos tipos de áridos, etc..., posibles errores o desviaciones en las propiedades previstas de los materiales que se manejan, diferencias entre las propiedades tabuladas y las obtenibles en la realidad, tolerancias de fabricación o montaje, tolerancias por incertidumbre en las solicitaciones a que se someterá el elemento y la propia incertidumbre del método de cálculo.

$$R_{t, \text{tornillo}} \cdot N^{\circ}_{\text{tornillos}} \geq I_f \rightarrow 98.560 \cdot 6 \geq 71.858$$

$$\underline{\underline{591.360 \geq 71.858 \rightarrow \text{se cumple}}}$$

El coeficiente de seguridad que obtenemos es:

$$\underline{\underline{n = \frac{591.360}{71858} \approx 8,23 \geq 6 \rightarrow \text{válido}}}$$



#### 4.5.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A CORTADURA DE LOS TORNILLOS LATERALES EN CASO DE FRENADA.

Al efectuar una acción brusca de frenado aparece una fuerza de inercia  $I_f$  que tiene un valor de:

$$I_f = (q + C) \cdot \frac{J}{g} \rightarrow \frac{J}{g} = z$$

$I_f [N] \rightarrow$  Fuerza de inercia por la acción de frenado.

$(q + C)[N] \rightarrow$  Carga útil + Peso del mecanismo.

$z \rightarrow$  Coeficiente de frenado del vehículo.

$J \rightarrow$  Deceleración de frenado.

$g \rightarrow$  Gravedad.

El coeficiente de frenado ( $z$ ), está definido en la Directiva 98/14/CE DE LA COMISION de 27 de enero de 1998, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/320/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y de sus remolques.

El coeficiente de frenado, para vehículos de 2 ejes, debe cumplir la relación:

$$z \geq 0,1 + 0,85 \cdot (k - 0,2), \text{ siendo } 0,2 \leq k \leq 0,8.$$

Elegimos  $k = 0,8$  por ser el más desfavorable, siendo  $z$ :

$$z \geq 0,1 + 0,85 \cdot (0,8 - 0,2) \rightarrow z \geq 0,61$$

$$I_f = 117.800 \cdot 0,61 = 71.858 \text{ N}$$

Esta será la fuerza de inercia producida por la acción de frenado en el vehículo.

El cálculo de la resistencia a cortadura de un tornillo, se basa en la teoría elemental de la cortadura, de la resistencia de los materiales.

Los tornillos que incluye el fabricante para realizar la fijación del mecanismo al vehículo son M14 con las siguientes características:

→ Calidad: 8.8

$D$  → Diámetro del tornillo: 0,014 m.

$A$  → Área de la sección del tornillo:  $A = \frac{\pi \cdot (0,014)^2}{4} = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Para calcular el límite elástico admisible a cortadura del tornillo, aplicamos la Teoría del Esfuerzo Cortante Máximo (ECM), que indica:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_y}{2}$$

$\sigma_y$  → Límite elástico del elemento de unión ( $6,4 \cdot 10^8 \text{ N} / \text{m}^2$ )

Por lo tanto:

$\tau_{adm}$  → Límite elástico admisible a cortadura:  $\tau_{adm} = 3,2 \cdot 10^8 \text{ N} / \text{m}^2$

La resistencia a cortadura de cada tornillo es:

$$R_{c, \text{tornillo}} = \tau_{adm} \cdot A = 3,2 \cdot 10^8 \cdot 1,54 \cdot 10^{-4} = 49.280 \text{ N}$$

La fijación al chasis por la parte lateral se realiza mediante tres pletinas a cada lado, con 3 tornillos por pletina, resultando un total de 18 tornillos trabajando a cortadura. La resistencia a cortadura de los tornillos deberá ser superior a la inercia de frenado, considerando aceptable un coeficiente de seguridad  $\geq 6$ .

Este elevado coeficiente de seguridad se justifica teniendo en cuenta futuras previsiones de desgaste o corrosión debido a la intemperie donde se desarrolla el tipo de actividad de este vehículo, humedad, contacto con distintos tipos de áridos, etc..., posibles errores o desviaciones en las propiedades previstas de los materiales que se manejan, diferencias entre las propiedades tabuladas y las obtenibles en la realidad, tolerancias de fabricación o montaje, tolerancias por incertidumbre en las solicitaciones a que se someterá el elemento y la propia incertidumbre del método de cálculo.

$$R_{c, \text{tornillo}} \cdot N^{\circ}_{\text{tornillos}} \geq I_f \rightarrow 49.280 \cdot 18 \geq 71.858$$

$$\underline{\underline{887.040 \geq 71.858 \rightarrow \text{se cumple}}}$$

El coeficiente de seguridad que obtenemos es:

$$\underline{\underline{n = \frac{887.040}{71.858} \approx 12,34 \geq 6 \rightarrow \text{válido}}}$$

Por lo tanto, queda justificada la sujeción del mecanismo al vehículo.

## **4.6. REPARTO DE LA CARGA EN EL ARRANQUE Y FRENADO.**

### **4.6.1. REPARTO DE LA CARGA EN EL ARRANQUE.**

En el momento del arranque, aparece una fuerza de inercia  $I$ , que se opone a la fuerza que tiende a poner en movimiento el vehículo, y que modifica las cargas sobre los ejes, de forma que sobre el eje trasero gravita más carga que cuando el vehículo está parado. La fuerza de inercia queda expresada de la siguiente forma:

$$I = \frac{2 \cdot \eta}{\xi_c \cdot \xi_D \cdot D_n} \cdot M_m$$

$M_m \rightarrow$  Par motor desarrollado en el momento del arranque

$\xi_c \rightarrow$  Reducción de la caja de cambios en 1ª marcha

$\xi_D \rightarrow$  Reducción del diferencial

$D_n \rightarrow$  Diámetro nominal del neumático 295/80 R22.5

$\eta \rightarrow$  Rendimiento de la transmisión (0,8)

Los valores de par motor, y las reducciones de la caja de cambios y diferencial, son proporcionados por el fabricante del vehículo. El rendimiento de la transmisión se estima al alza, considerando un valor aceptable para el cálculo de 0,8.

Para calcular el diámetro nominal del neumático se ha de conocer la nomenclatura que identifica sus dimensiones.

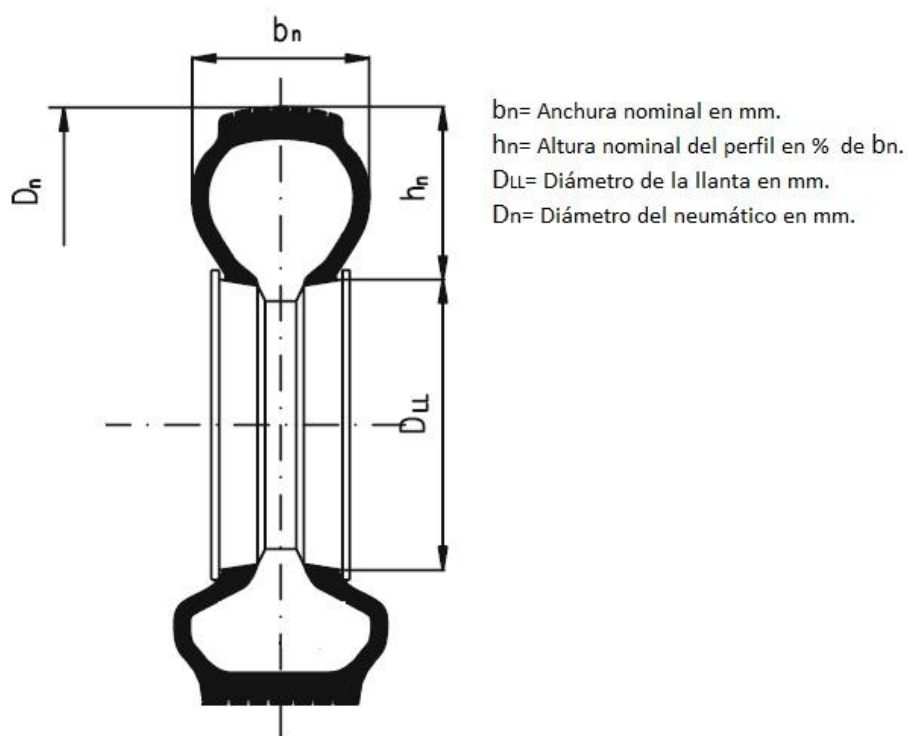


Figura 4.22. Dimensiones de las ruedas (llanta y neumático).

La nomenclatura del neumático instalado en el vehículo es 295/80 R22.5

$$b_n \rightarrow 295\text{mm}$$

$$h_n \rightarrow 80\% \cdot b_n = 236\text{mm}$$

$$D_{ll} \rightarrow 22.5 \cdot 25,4\text{mm} = 572\text{mm}$$

Por lo tanto el diámetro nominal es:

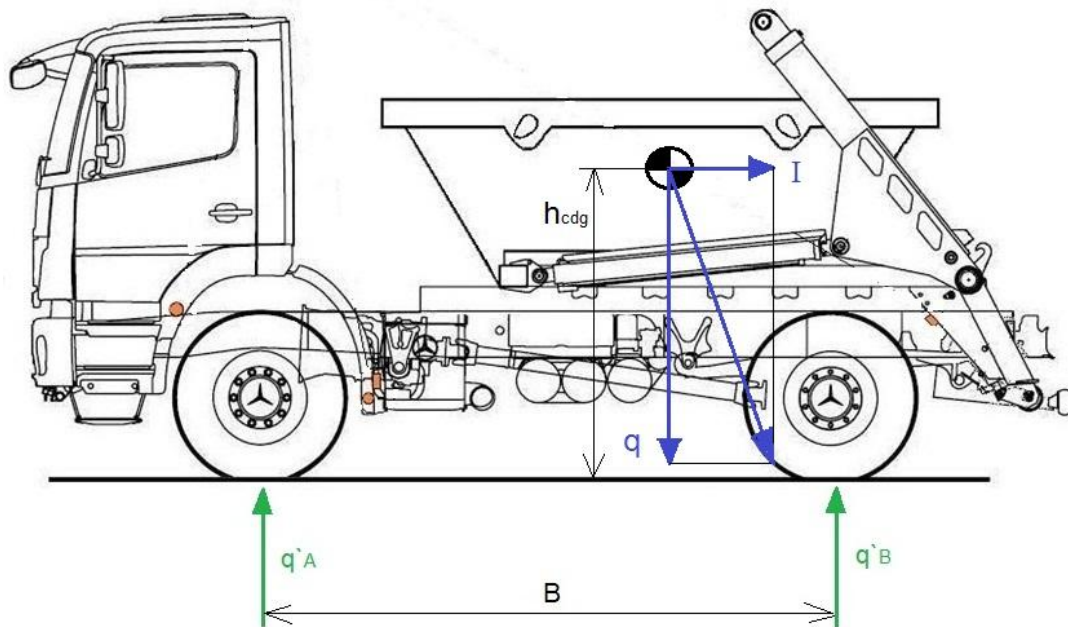
$$D_n = 2 \cdot h_n + D_{ll} = 2 \cdot 236\text{mm} + 572\text{mm} = 1.044\text{mm}$$

Una vez conocido todos los parámetros necesarios, es posible calcular la inercia de frenado:

$$I = \frac{2 \cdot \eta}{\xi_c \cdot \xi_D \cdot D_n} \cdot M_m = \frac{2 \cdot 0,8}{\frac{1}{9,480} \cdot \frac{1}{4,143} \cdot 1,044 (m)} \cdot 800 (N \cdot m) = 48.154 (N)$$

REPARTO DE CARGAS:

En procesos estáticos de carga y descarga, el fabricante permite sobrepasar el valor del peso técnicamente admisible por eje como máximo 1,8 veces. Se considera admitir el mismo criterio en el instante del arranque. De la misma forma, y por indicación del fabricante, se debe seguir asegurando que el peso sobre el eje delantero no sea inferior al 25% de la masa máxima técnicamente admisible.



$q'_A \rightarrow$  Reacción en eje delantero producida por la carga útil en el momento del arranque

$q'_B \rightarrow$  Reacción en eje trasero producida por la carga útil en el momento del arranque

$q \rightarrow$  Carga útil

$I \rightarrow$  Fuerza de inercia en el momento del arranque

$B \rightarrow$  Distancia entre ejes

$h_{cdg} \rightarrow$  Altura del centro de gravedad de la carga útil

Figura 4.23. Reparto de la carga útil en el momento del arranque.

- Eje delantero:

$$q_A' = q_A - \frac{I \cdot h_{CDG}}{B} = 31.200 (N) - \frac{48.154 (N) \cdot 2 (m)}{3,6 (m)} = 4.447,8 (N)$$

$$q_A' + R_A + conductor \geq 0,25 \cdot (MTMA) \rightarrow (4.447,8 + 41.280 + 750)N \geq (0,25 \cdot 180.000)N$$

$R_A \rightarrow$  Reacción en el eje delantero producida por el peso propio del vehículo completado.

Se tiene en cuenta solamente el peso del conductor, y no del número total de pasajeros, por ser esta la situación más desfavorable que se puede dar en el momento del arranque.

$$\underline{\underline{46.477,8N \geq 45.000N \rightarrow \text{válido}}}$$

- Eje trasero:

$$q_B' = q_B + \frac{I \cdot h_{CDG}}{B} = 56.900 (N) + \frac{48.154 (N) \cdot 2 (m)}{3,6 (m)} = 83652,2 (N)$$

$$q_B' + R_B \leq 1,8 \cdot (MMTA_{\text{ejetrasero}}) \rightarrow (83652,2 + 49.120)N \leq (1,8 \cdot 115.000)N$$

$R_B \rightarrow$  Reacción en el eje trasero producida por el peso propio del vehículo completado

$$\underline{\underline{132.772,2N \leq 207.000N \rightarrow \text{válido}}}$$

Se concluye que no se produce una sobrecarga sobre el eje trasero, ni una disminución de la carga sobre el eje delantero, que estén fuera de los valores que dictamina el fabricante.

#### 4.6.2. REPARTO DE LA CARGA EN EL FRENADO.

En el momento del frenado existe una fuerza de inercia  $I$ , que tiende a poner en movimiento el vehículo, y que modifica las cargas sobre los ejes, de forma que sobre el eje delantero gravita más carga que cuando el vehículo está parado. La fuerza de inercia queda expresada de la siguiente forma:

$$I_{frenado} = q \cdot \frac{J}{g} \rightarrow \frac{J}{g} = z$$

$I_{frenado} [N] \rightarrow$  Fuerza de inercia por la acción de frenado.

$q [N] \rightarrow$  Peso de la carga útil.

$z \rightarrow$  Coeficiente de frenado del vehículo.

El coeficiente de frenado, para vehículos de 2 ejes, debe cumplir la relación:

$$z \geq 0,1 + 0,85 \cdot (k - 0,2), \text{ siendo } 0,2 \leq k \leq 0,8.$$

Elegimos  $k = 0,8$  por ser el más desfavorable, siendo  $z$ :

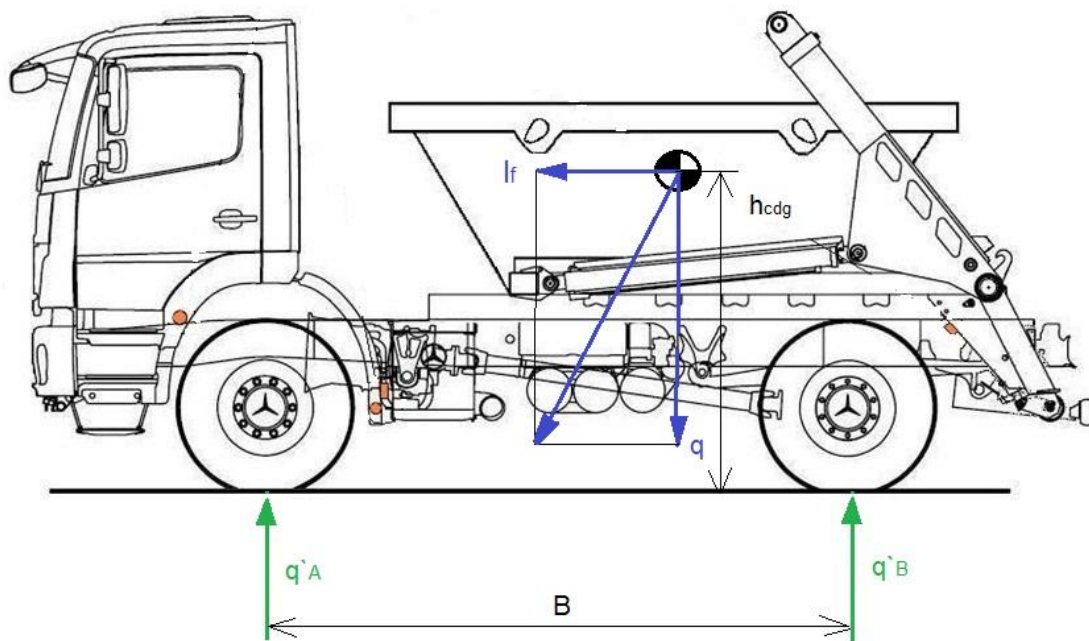
$$z \geq 0,1 + 0,85 \cdot (0,8 - 0,2) \rightarrow z \geq 0,61$$

$$I_{frenado} = 88.100 \cdot 0,61 = 53.741 \text{ N}$$



REPARTO DE CARGAS:

En procesos estáticos de carga y descarga, el fabricante permite sobrepasar el valor del peso técnicamente admisible por eje como máximo 1,8 veces. Se considera admitir el mismo criterio en el instante de la frenada. En este caso solo es necesario comprobar este requisito en el eje delantero, ya que es el que se va a sobrecargar.



$q'_A \rightarrow$  Reacción en eje delantero producida por la carga útil en el momento de la frenada

$q'_B \rightarrow$  Reacción en eje trasero producida por la carga útil en el momento de la frenada

$q \rightarrow$  Carga útil

$I_f \rightarrow$  Fuerza de inercia en el momento de la frenada

$B \rightarrow$  Distancia entre ejes

$h_{cdg} \rightarrow$  Altura del centro de gravedad de la carga útil

Figura 4.24. Reparto de la carga útil en el momento de la frenada.

- Eje delantero:

$$q_A' = q_A + \frac{I_f \cdot h_{CDG}}{B} = 31.200 (N) + \frac{53.741 (N) \cdot 2 (m)}{3,6 (m)} = 61.056 (N)$$

$$q_A' + R_A + 2plazas \leq 1,8 \cdot (PMA_{eje\ delantero}) \rightarrow 61.046 + 41.280 + 150 \leq 1,8 \cdot 75000$$

$R_A \rightarrow$  Reacción en el eje delantero producida por el peso propio del vehículo completado.

Se tiene en cuenta el peso del número total de pasajeros, por ser esta la situación más desfavorable que puede producirse en el momento de la frenada.

$$\underline{\underline{103.826N \leq 135.000N \rightarrow \text{válido}}}$$

Se concluye que no se produce una sobrecarga sobre el eje delantero en el momento de la frenada, superior a los valores que dictamina el fabricante.

## **5. COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE DIRECTIVAS AFECTADAS.**

Este apartado se incluye con objeto de justificar el cumplimiento íntegro de las diferentes directivas afectadas en el proceso de instalación de la superestructura en el vehículo. No es un apartado “obligatorio”, pero si conveniente, ya que la realidad indica que numerosos vehículos después del carrozado inicial, se presentan a inspección previa a matriculación incumpliendo algunos puntos de las directivas que se van a comprobar. También se da el caso de modificaciones posteriores a la matriculación, por lo que debe quedar constancia de la situación original con la que fue proyectado el vehículo, y así depurar futuras responsabilidades.



Figura 5.1. Ejemplo de vehículo que incumple requisitos de alumbrado y señalización trasera.

Las principales directivas afectadas son:

A. Directiva 76/756/CEE, relativa a la instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.

Para que los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa cumplan con la reglamentación establecida, deberán instalarse según el siguiente criterio:

A1. Señalización y alumbrado delantero/lateral.

Condiciones de montaje:

- Luz de gálibo delantera: Vehículos anchura mayor a 2,1 m. opcional para anchura entre 1,8 – 2,1 m. Deberá estar a una distancia a carrocería máxima de 0,4 m, y estar homologada según marca (A).

Mediciones realizadas sobre el vehículo:

	Distancia a carrocería (m)	Contraseña de homologación
Luz gálibo delantera	0,1	e1 03505 (A)

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.1. Comprobación sobre el vehículo de la luz de gálibo delantera.

- Luz de posición y catadióptricos laterales: Obligatorio para vehículos con más de 6 m de longitud. Al menos una de las luces/catadióptrico debe estar instalada en el tercio medio del vehículo. La marca de homologación es SM1-SM2 para luz de posición lateral, e IA para catadióptrico lateral.

Todos estos dispositivos deberán cumplir los siguientes requisitos de visibilidad geométrica.

- Distancias. Se deben tomar mediciones y asegurar el cumplimiento del esquema.

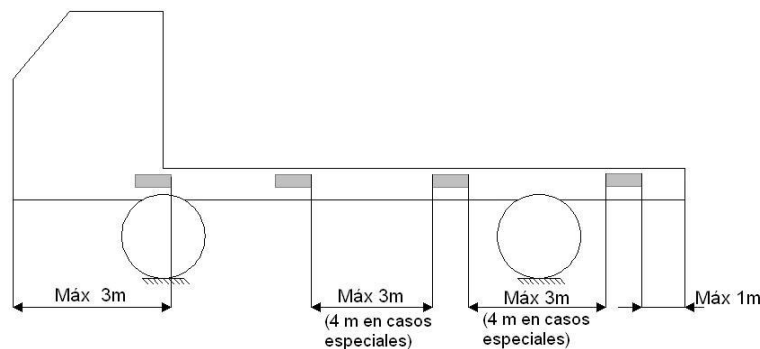


Figura 5.2. Visibilidad geométrica correcta para luz de posición / catadióptrico lateral.

- La altura de los dispositivos debe ser:
  - Luz de posición: Entre 250mm y 1500mm. Se podrá llegar hasta 2100mm cuando no sea posible cumplir la cota máxima por el tipo de carrocería.
  - Catadióptrico: Entre 250mm y 900mm. Se podrá llegar hasta 1500mm cuando no sea posible cumplir la cota máxima por el tipo de carrocería.
- Ángulos: Comprobar con ayuda de un goniómetro.

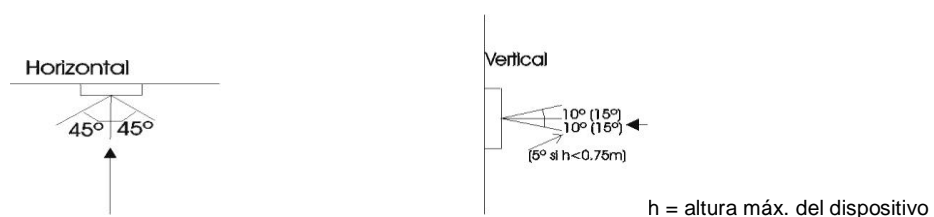


Figura 5.3. Ángulos de visibilidad geométrica correcta para luz de posición / catadióptrico lateral.

Para la comprobación de los diferentes ángulos de visibilidad geométrica, colocaremos un extremo del elemento de medida (goniómetro), en el centro del piloto de luz de posición.

Teniendo una apertura de los brazos del goniómetro igual a los que marca la directiva, no debe interferir ningún elemento que corte a la recta que describe dicho brazo, según se ilustra en las siguientes imágenes:



Figura 5.4. Comprobación horizontal y vertical con goniómetro, del ángulo de visibilidad geométrica.

#### Mediciones realizadas sobre el vehículo:

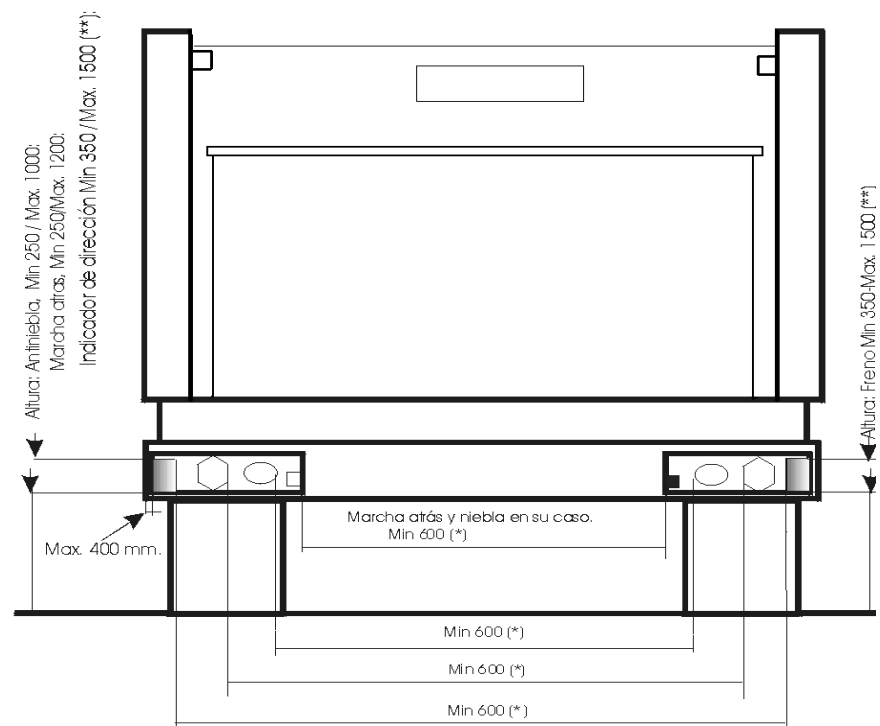
	Distancia 1º a borde delantero (m)	Distancia entre 1º y 2º dispositivo (m)	Distancia entre 2º y 3º dispositivo (m)	Altura (m)	Ángulos de visibilidad geométrica	Homologación
Luz posición lateral	0,82	2	2	0,4-0,8	Ok	e9 03385 SM1
Catadióptricos laterales	0,82	2	2	0,4-0,8	Ok	e9 03385 IA

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.2. Comprobación sobre el vehículo de los catadióptricos y luces de posición laterales.

## A2. Señalización y alumbrado trasero.

- Distancias y alturas: Todos los dispositivos de alumbrado y señalización traseros (luz de posición, catadióptrico, luz de freno, marcha atrás y antiniebla), deberán cumplir los requisitos geométricos representados en la siguiente figura:



(\*) Si la anchura máxima del vehículo es menor de 1300, se permite disminuir la distancia hasta 400

(\*\*) Para freno y posición, max.2100, cuando no sea posible

(\*\*\*) Hasta 1500, por construcción de carrocería

□ Indicador de dirección. (2a,2b). Distancia a borde: (max. 400)

⬡ Luz de freno. (S1,S2): Distancia a borde (max. 400)

○ Luz de posición ( R ). Distancia a borde: (max. 400)

□ Antiniebla (F). Distancia a freno (min.100 mm.)

■ Marcha atrás (AR).

Catadióptricos trasero. (IA;IIIA;IVA). Distancia a borde: (max 400).

Entre extremos: (min. 600)

Figura 5.5. Distancias indicadores luminosos.



- Ángulos: Comprobar con ayuda de un goniómetro.



Figura 5.6. Comprobación de los ángulos de visibilidad geométrica mínimos.

TIPO DE LUZ	VISIBILIDAD HORIZONTAL EXTERIOR/INTERIOR (X/Y)	VISIBILIDAD VERTICAL SUPERIOR/INFERIOR (Z/W)	OBSERVACIONES:
FRENADO	45°/45°	15°/15°	W puede ser 5° si la altura max. del dispositivo es menor de 750 mm.
3ª LUZ DE FRENO	10°/10°	10°/5°	Debe estar por encima de las principales de frenado y puede estar desviada hasta 150 mm. del plano medio.
POSICIÓN TRASERA	80°/45°	15°/15°	W puede ser 5° si la altura max. del dispositivo es menor de 750 mm.
INTERMITENTES TRASEROS	80°/45°	15°/15°	W puede ser 5° si la altura max. del dispositivo es menor de 750 mm.
MARCHA ATRAS	45°/45°	15°/5°	Y puede ser 30° si son dos dispositivos.
CATADIOPTICOS TRIANGULARES NO	30°/30°	15°/15°	W puede ser 5° si la altura max. del dispositivo es menor de 750 mm.
ANTINEBLA TRASERA.	25°/25°	5°/5°	
GALIBO DELANTERO/TRASERO.	80°/0°	5°/20°	
CATADIOPTICOS TRIANGULARES.	30°/30°	15°/15°	W puede ser 5° si la altura max. del dispositivo es menor de 750 mm.

Tabla 5.3. Ángulos de visibilidad geométrica de los distintos dispositivos de alumbrado y señalización.



## Mediciones realizadas sobre el vehículo:

TIPO DE LUZ	Altura (m)	Distancia a borde exterior del vehículo (m)	Distancia entre dispositivos simétricos (m)	Distancia a luz antiniebla	Angulo de visibilidad geométrica	Contraseña de homologación
FRENADO	0,65	0,25	1,985	0,3	Ok	e9 55385 (S1)
POSICIÓN TRASERA	0,65	0,25	1,985	N.P.	Ok	e9 55385 (R)
INTERMITENTES TRASEROS	0,65	0,1	2,285	N.P.	Ok	e9 55385 (2a)
MARCHA ATRAS	0,65	N.P.	N.P.	1,485	Ok	e9 55385 (AR)
CATADIOPTICOS NO TRIANGULARES	0,65	0,25	1,985	N.P.	Ok	e9 55385 (IA)
ANTINIEBLA TRASERA.	0,65	N.P.	N.P.	N.P.	Ok	e9 55385 (F)
GALIBO TRASERO.	0,65	0,01	2,450	N.P.	Ok	e9 55385 (A)

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.4. Comprobación sobre el vehículo de los dispositivos de alumbrado y señalización trasera.

B.- Directiva 70/222/CEE, relativa al emplazamiento y la instalación de las placas de matrícula traseras.

El emplazamiento de la placa de matrícula trasera deberá asegurar las siguientes condiciones:

- Dimensiones mínimas: 0,52x0,12 ó 0,34x0,24 m
- Altura borde inferior (mín. 0,3 m.)
- Altura borde superior (máx. 1,2 m hasta 2 m, si no es posible)
- Alumbrado placa ( L)
- Visibilidad geométrica correcta.

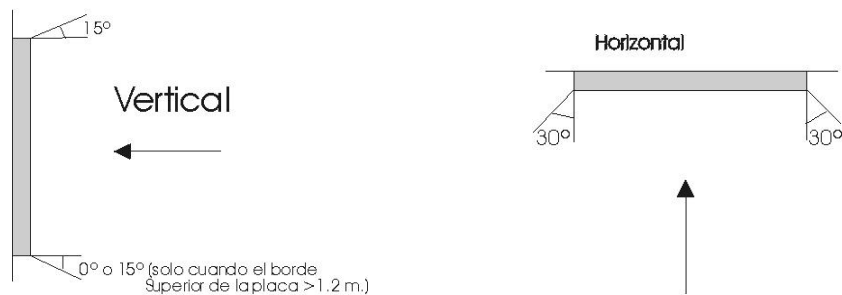


Figura 5.7. Emplazamiento de la placa matrícula trasera.

Mediciones realizadas sobre el vehículo:

	Dimensiones para alojamiento (ancho x alto) (m)	Altura borde inferior (m)	Altura borde superior (m)	Ángulos de visibilidad geométrica	Homologación de dispositivo de alumbrado.
Placa de matrícula	1,2 x 0,4	0,48	0,65	Ok	e9 0457 L

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.5. Comprobación sobre el vehículo del alojamiento de placa de matrícula.

C.- Directiva 70/221/CEE, relativa a la protección trasera.

La parte trasera del equipo portacontenedores, deberá asegurar una protección trasera equivalente a la indicada en el siguiente gráfico:

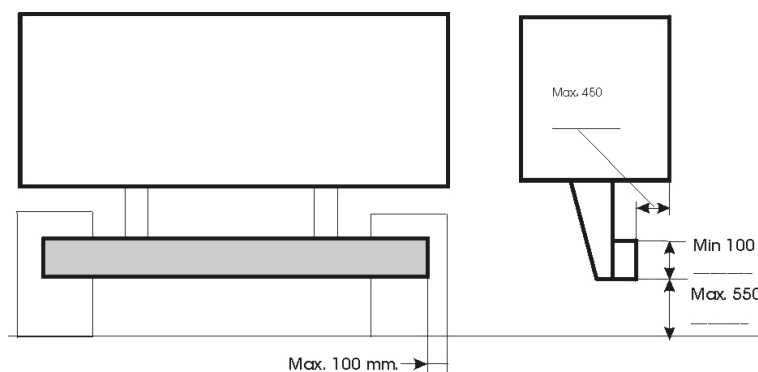


Figura 5.8. Emplazamiento de la protección trasera.

## Mediciones realizadas sobre el vehículo:

	Distancia a borde exterior del vehículo (m)	Altura borde inferior (m)	Altura borde superior (m)	Distancia saliente parte trasera (m)	Homologación
Dispositivo antiempotramiento	0	0,40	1,02	0,22	Informe H nº000056

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.6. Comprobación sobre el vehículo del dispositivo antiempotramiento trasero.

## D.- Directiva 89/297/CEE, relativa a la protección lateral.



Figura 5.9. Protección lateral del vehículo.

La protección lateral deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Marca de homologación (en caso de Unidad Técnica Independiente)
- La parte principal del dispositivo no se adentra más de 0,12 m.
- El dispositivo no aumenta la anchura máxima del vehículo.
- Si existen, los elementos fijados de forma permanente al vehículo (cajones, depósitos, gatos hidráulicos...) incorporados al protector,

no deben tener aristas de radio inferior a 0,0025 m. y la distancia al protector no debe exceder de 0,025 m.

Además comprobar que se cumplen las siguientes medidas:

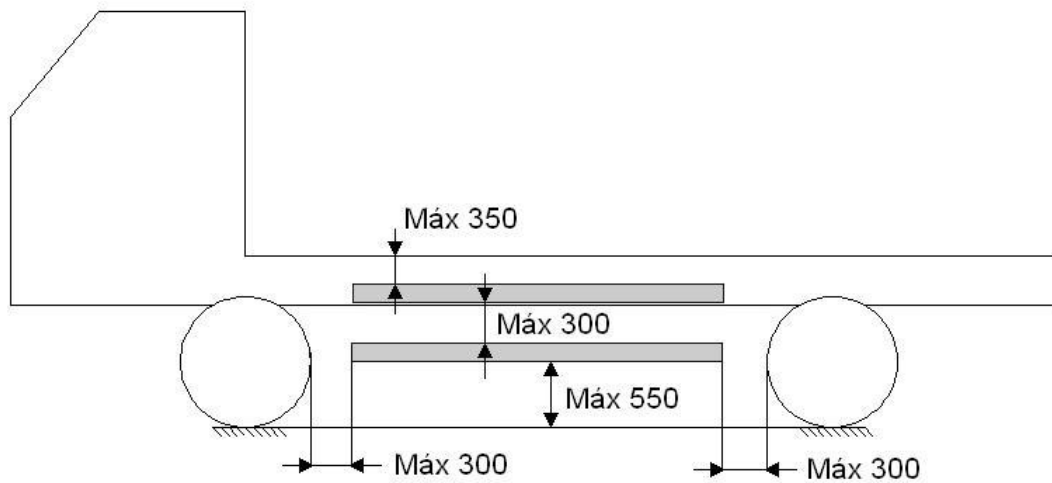


Figura 5.10. Emplazamiento de la protección lateral.

Mediciones realizadas sobre el vehículo:

	Distancia a rueda delantera (m)	Altura borde inferior (m)	Distancia a borde superior (m)	Distancia entre barras (m)	Distancia al ancho del vehículo (m)	Distancia a rueda trasera (m)	Homologación
Dispositivo antiempotramiento lateral	0,28	0,50	0,30	0,28	0,05	0,28	Informe H nº000169

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.7. Comprobación sobre el vehículo del dispositivo antiempotramiento lateral.

E.- Directiva 91/226/CEE, relativa a los dispositivos antiproyección.

Los dispositivos antiproyección deberán estar homologados y cumplir las siguientes condiciones geométricas:

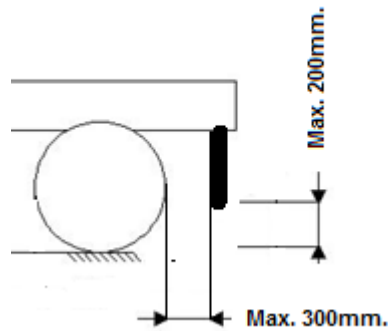


Figura 5.11. Emplazamiento de los dispositivos antiproyección

Mediciones realizadas sobre el vehículo:

	Distancia a rueda trasera (m)	Altura borde inferior (m)	Homologación
Dispositivo antiproyección	0,28	0,19	e9 064

Cumple	Si	x	No	
--------	----	---	----	--

Tabla 5.8. Comprobación sobre el vehículo de los dispositivos antiproyección.

## **6. PLIEGO DE CONDICIONES.**

A continuación se refleja el contenido del pliego de condiciones, quedando estas definidas para el tiempo que dure la obra, así como las responsabilidades de las partes que intervienen en el proceso.

### **6.1. OBJETIVO DEL PLIEGO.**

El presente Pliego de Condiciones Técnicas, que será de aplicación en el presente proyecto, constituye el conjunto de instrucciones, normas, especificaciones y seguridad e higiene en el trabajo, que se deben respetar en la ejecución de la transformación por ambas partes implicadas, proyectista y carrocerero.

### **6.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.**

Las omisiones en los cálculos, pliego de condiciones o descripciones erróneas de los detalles fundamentales de la transformación, que sean indispensables para lograr el objetivo propuesto en los citados documentos, eximirán al carrocerero de la obligación de ejecutar los trabajos omitidos o erróneamente descritos, siendo el Ingeniero Técnico Director de la obra, el responsable de la subsanación inmediata de dichos errores.

De la misma forma, el carrocerero deberá aplicar las instrucciones técnicas recogidas en el presente proyecto, eximiendo al Ingeniero Técnico Proyectista de cualquier responsabilidad que pudiera derivarse del incumplimiento de alguna de ellas.

### **6.3. AUTORIDAD DEL INGENIERO TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA.**

La figura del Ingeniero Técnico Director estará encamada por una persona capaz de interpretar y hacer ejecutar correctamente el contenido del proyecto, pudiendo ser el mismo Ingeniero Técnico Projectista.

El ingeniero Técnico Director de la obra, resolverá cualquier cuestión que surja referente a la calidad de los materiales empleados, interpretación de planos, especificaciones, y en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos referentes al presente proyecto.

### **6.4. SUBCONTRATOS.**

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Ingeniero Técnico Director.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito y acompañarse con un documento que acredite que la organización que ha de encargarse de los trabajos que han de ser objeto de subcontrato está particularmente capacitada y equipada para su ejecución. La aceptación del subcontrato no relevará a la actual empresa encargada de la transformación del vehículo, de su responsabilidad contractual.

### **6.5. CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.**

Todos los materiales y equipos serán nuevos y vendrán provistos de su correspondiente certificado de calidad, para las características y condiciones de utilización.

El nivel de calidad mínimo del material de los perfiles a usar en la construcción del bastidor de montaje, de las pletinas de unión y tornillería, será el especificado en los cálculos del presente proyecto.

Los materiales y/o equipos defectuosos ó que resulten averiados en el transcurso de la obra, serán sustituidos o reparados de forma satisfactoria para la Dirección de obra.

## **6.6. NORMAS DE EJECUCIÓN.**

Las operaciones realizadas en la ejecución de la transformación, se realizará acorde con las directrices marcadas por el fabricante del vehículo base MERCEDES BENZ en su última actualización.

La entrega del vehículo transformado se hará una vez asegurado el cumplimiento íntegro de la reglamentación expresada en el punto 2.3. del presente proyecto, tanto técnica como documentalmente.

Además de lo expuesto anteriormente, la obra se desarrollará acorde con el estudio de seguridad e higiene en el trabajo definido en el presente pliego de condiciones.

## **6.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **6.7.1. OBJETO.**

El objeto del presente estudio básico, es el establecer unas normas que se ajusten al Real Decreto 1626/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones de seguridad y salud en obras de construcción, y que recoge la Directiva Europea 91/57/CEE, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales y móviles.

### **6.7.2. ALCANCE.**

Este estudio básico de Seguridad y Salud, establece durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a previsión de riesgos de accidentes y



enfermedades profesionales, así como lo derivado de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento.

### **6.7.3. PERSONAL PREVISTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA.**

**PLAZO DE EJECUCIÓN:** El plazo de ejecución previsto para la obra, es de una semana.

**PERSONAL PREVISTO:** Se prevé un número máximo de dos operarios en la fase de ejecución de las obras.

### **6.7.4. UNIDADES Y MATERIALES QUE COMPONEN LA OBRA.**

Para la aplicación de las medidas preventivas de riesgos laborales, que debe contemplar el estudio básico de seguridad y salud, se divide la obra en unidades independientes, con el objeto de analizar los riesgos que puedan confluir en cada una de ellas, a fin de dotar de los medios de protección individuales como colectivos, aplicables en cada unidad o fase.

#### *Ejecución de trabajos para la adaptación/reforma de vehículos industriales:*

Esta unidad abarca los trabajos de:

- Manipulación cargas, perfiles y chapas metálicas de forma manual y con puente grúa.
- Trazado, corte y plegado de chapas metálicas con medios mecánicos (cizalla y plegadora).
- Oxicortado de chapas y perfiles.
- Soldadura semiautomática de perfiles y chapas metálicas.
- Operaciones de desmontaje y montaje mecánico de elementos estructurales, carrocerías, grúas, basculantes y kits porta contenedores.

- Mecanizado de piezas por corte, taladrado y torneado.
- Desmontaje, reparación y/o modificación y montaje de elementos de suspensión, transmisión y freno.
- Construcción de carrocerías y kits adaptables.
- Aplicación de pinturas.



Figura 6.1. Operaciones asociadas a la obra.

#### 6.7.4.1. Riesgos asociados a la unidad de obra.

- Quemaduras físicas y químicas.
- Atmósfera anaeróbica (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.
- Atmósferas tóxicas, irritantes.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Explosiones.
- Exposición a fuentes luminosas.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o máquinas.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.



Figura 6.2. Riesgos asociadas a la unidad de obra.

#### 6.7.4.2. Riesgos asociados a los materiales y maquinaria.

Equipo de soldadura automática y oxicorte:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Explosiones.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas.

Grupos de soldadura:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Atmósfera anaeróbica (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas.

Cizalla de Chapa y Plegadora:

- Atrapamientos.
- Caídas de objetos y/o máquinas.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

#### Taladro de columna, Torno y Prensa Taller:

- Proyecciones de objetos y/ó fragmentos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/ó máquinas.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/ó cortes con objetos y/ó maquinaria.
- Pisada con objetos cortantes.
- Sobreesfuerzos.

#### Tornillería:

- Caída de objetos y/ó máquinas.
- Golpes y/ó cortes con objetos y/ó máquinas.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

#### Pinturas:

- Atmósferas tóxicas irritantes.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas.

### **6.7.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

Para prevenir los riesgos profesionales descritos en el apartado anterior, se prevé la utilización de los siguientes elementos de protección:

#### 6.7.5.1. Protecciones individuales.

- Guantes de uso general.
- Guantes de soldador.
- Botas de seguridad: de uso general para todos los operarios de la obra.
- Gafas contra impacto antipolvo.
- Mandiles y polainas de soldador.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Cascos o tapones para los oídos contra el ruido.



Figura 6.3. Protecciones individuales

#### 6.7.5.2. Protecciones colectivas.

- Mamparas de protección contra fuentes luminosas intensas.
- Delimitación de zonas o áreas de trabajo.
- Señales indicadoras de obligatoriedad de uso de medios y protección personal.
- Señales de prohibido el paso a personas ajenas al taller.

#### 6.7.5.3. Higiene.

El taller deberá contar con los necesarios servicios de higiene para el personal consistentes en lavabos, duchas, taquillas e inodoros.

#### **6.7.6. OBLIGACIONES DE LAS PARTES AFECTADAS.**

El Ingeniero Técnico Projectista viene obligado a incluir el presente Estudio Básico de Seguridad, como documento integrante de Proyecto de Obra.

El carrocero que efectúa la transformación viene obligado a cumplir las directrices contenidas en el Estudio Básico de Seguridad, coherente con los sistemas de ejecución que el mismo vaya a emplear, y cumplirá las estipulaciones preventivas, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas empleados.

La Dirección Facultativa, considerará el Estudio Básico de Seguridad, como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiéndole el control y supervisión de la ejecución de dicho estudio, autorizando previamente cualquier modificación de éste.

Periódicamente, se realizarán por la Dirección Facultativa, las pertinentes revisiones del Estudio Básico de Seguridad.

## **7. ANALISIS DEL PROCEDIMIENTO DE LEGALIZACIÓN.**

En el capítulo 2 del presente proyecto, concretamente en el apartado 2.2.1.6. Carrozado inicial, se analiza las bases reglamentarias para considerar una transformación reforma o simplemente carrozado inicial, debiendo seguir un proceso de legalización con diferentes tipos de documentación. En este apartado se analizara las distintas situaciones que podrían darse en la transformación que ocupa el presente proyecto, analizando los documentos y procesos que se deben seguir para finalmente conseguir una ficha técnica permita la matriculación definitiva y/o puesta en circulación del vehículo en cuestión.

CASO 1: El vehículo base posee una homologación de tipo nacional C1-xxxx. El fabricante del vehículo base o 1ª fase, emite un certificado de carrozado o una ficha técnica tipo C, según actual R.D.750/2010, cuya caducidad está condicionada a la publicación de alguna actualización del R.D.2028/1986, con nuevos actos reglamentarios de obligado cumplimiento en la columna 3 de dicho Real Decreto. De ser así, el fabricante deberá solicitar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, la inclusión del vehículo en un listado fin de serie, que le exima de la obligatoriedad de cumplir el acto reglamentario en particular, por un tiempo máximo de 18 meses.

Una vez transformado, si se respetan los valores máximos contemplados en el certificado de carrocerero o ficha técnica tipo C, la vía de legalización será de *carrozado inicial*, debiendo poseer y presentar a inspección unitaria en ITV los siguientes documentos.

- Informe de idoneidad del fabricante de 1ª fase: Al no ser una reforma de vehículos propiamente dicha, no necesita informe de conformidad, pero sí es obligado la demostración documental del cumplimiento de todos los actos reglamentarios que le son de aplicación, según Nota del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del 21 de diciembre de 2010. Basado



en esta afirmación se propone el informe de idoneidad, cuyo objetivo es documentar todos los actos reglamentarios que cumple el vehículo incompleto. La realidad es que este informe sería demasiado extenso, ya que los actos reglamentarios que son de aplicación para un vehículo incompleto, son del orden de 50, por lo que se simplifica el dicho informe, documentando los actos reglamentarios que no puede cumplir dicho vehículo al estar incompleto. La propuesta de modelo de informe de idoneidad queda expresada en el Anexo III de este proyecto.

- Informe de Idoneidad del fabricante de 2ª fase<sup>7</sup>: Este informe tiene por objetivo completar la demostración documental de los actos reglamentarios que no podían ser informados en la primera fase.
- Informes H. Llamados así a causa de la nota H del final del Anexo I del R.D.2028/1986, pero que en realidad son informes elaborados por un laboratorio oficial acreditado, autorizando la sustitución del cumplimiento de una directiva o reglamento en particular, por dicho informe.
- Certificado de carrozado ó ficha técnica tipo C: Dichos documentos están cumplimentados por el fabricante de 1ª fase en sus valores máximos de masas y dimensiones, y por el fabricante de 2ª fase en sus medidas reales después de la transformación.
- Proyecto técnico: Es obligatorio para legalización de reformas similares a la transformación que trata este estudio ó también en carrozados iniciales cuya transformación sea de la naturaleza de una reforma 20 ó 25 del anterior R.D.736/1988, sobre reformas de importancia.
- Certificado dirección final de obra<sup>8</sup>: Deberá incluir fotografías del estado final del vehículo después de la transformación.

Una vez recopilados todos los documentos deberá presentarse el vehículo a inspección unitaria en una estación ITV, cuya finalidad es obtener una ficha técnica tipo A, que le autorice a la matriculación definitiva del vehículo.

---

<sup>7</sup> Véase Anexo III.

<sup>8</sup> Véase Anexo VI.

Por otra parte, si una vez transformado no se respetan las medidas máximas contempladas en el certificado de carrozado ó ficha técnica tipo C, se considera una reforma del vehículo. El código de reforma de la transformación de un camión en portacontenedores de obra es el 8.60 y la documentación necesaria para su legalización es la siguiente:

- Informe de conformidad<sup>9</sup>: Elaborado por el fabricante del vehículo base ó por un servicio técnico de reformas, y según modelo recogido en el Anexo II del R.D.866/2010.
- Certificado de taller<sup>10</sup>: Elaborado por el carrocerero que ha efectuado la transformación, y según modelo recogido en el Anexo II del R.D.866/2010.
- Informes H.
- Certificado de carrocerero o ficha técnica tipo C, cumplimentados por el carrocerero.
- Proyecto técnico.
- Certificado dirección final de obra.

Una vez recopilados todos los documentos deberá presentarse el vehículo a inspección unitaria en una estación ITV, cuya finalidad es obtener una ficha técnica tipo A, que le autorice a la matriculación definitiva del vehículo.

---

<sup>9</sup> Véase Anexo IV.

<sup>10</sup> Véase Anexo V.

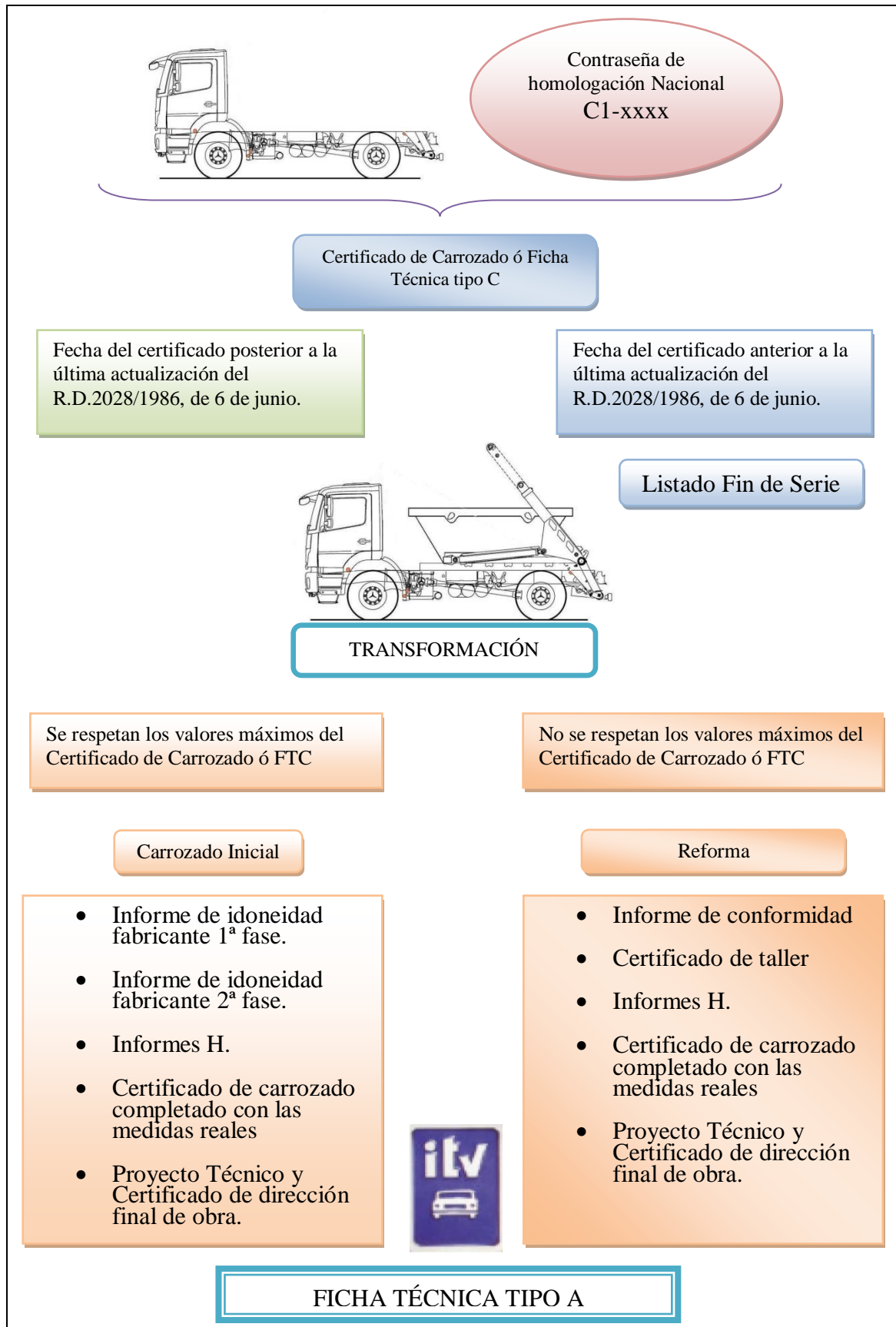


Figura 7.1. Vías de legalización del Caso 1. Vehículo base con Homologación de Tipo Nacional.

CASO 2: El vehículo base posee una homologación de tipo Europea e9”2007/46\*xxxx, y certificado de carrozado o ficha técnica tipo C.

El fabricante del vehículo base o 1ª fase, emite un certificado de carrozado o una ficha técnica tipo C según actual R.D.750/2010, cuya caducidad está condicionada a la publicación de alguna actualización del R.D.2028/1986, con nuevos actos reglamentarios de obligado cumplimiento en la columna 3 de dicho Real Decreto. De ser así, el fabricante deberá solicitar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, la inclusión del vehículo en un listado fin de serie, que le exima de la obligatoriedad de cumplir el acto reglamentario en particular, por un tiempo máximo de 18 meses.

Una vez transformado, si se respetan los valores máximos contemplados en el certificado de carrocerero ó ficha técnica tipo C, la vía de legalización será de *carrozado inicial*, debiendo poseer y presentar a inspección unitaria en ITV los siguientes documentos, al igual que un vehículo con contraseña de homologación de tipo nacional:

- Informe de idoneidad del fabricante de 1ª fase.
- Informe de idoneidad del fabricante de 2ª fase.
- Informes H.
- Certificado de carrozado o ficha técnica tipo C cumplimentada en su totalidad.
- Proyecto técnico.
- Certificado dirección final de obra.

Una vez recopilados todos los documentos deberá presentarse el vehículo a inspección unitaria en una estación ITV, cuya finalidad es obtener una ficha técnica tipo A, que le autorice a la matriculación definitiva del vehículo.

Por otro lado, si después de la transformación se superan las medidas máximas contempladas en el certificado de carrozado o ficha técnica tipo C, no está permitido legalizarlo a través de reforma de vehículos, como queda

contemplado en la directiva 2007/46/CE. En este caso se deberá acudir a un servicio técnico de homologaciones (INTA o IDIADA), que realice los ensayos pertinentes para asignar al vehículo en cuestión una contraseña de homologación individual HI-xxxx. Una vez superado los ensayos se deberá presentar a inspección unitaria en ITV, con el fin de obtener la ficha técnica tipo A, que le autorice a la matriculación definitiva del vehículo. Deberá aportar:

- Acta de ensayos y resolución de la homologación individual: Emitido por un servicio técnico de homologaciones autorizado por el MITyC. Hasta ahora en España están autorizados el INTA (Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales) y el IDIADA (Instituto De Investigación Aplicada Del Automóvil).
- Ficha reducida de características técnicas según R.D.750/2010.

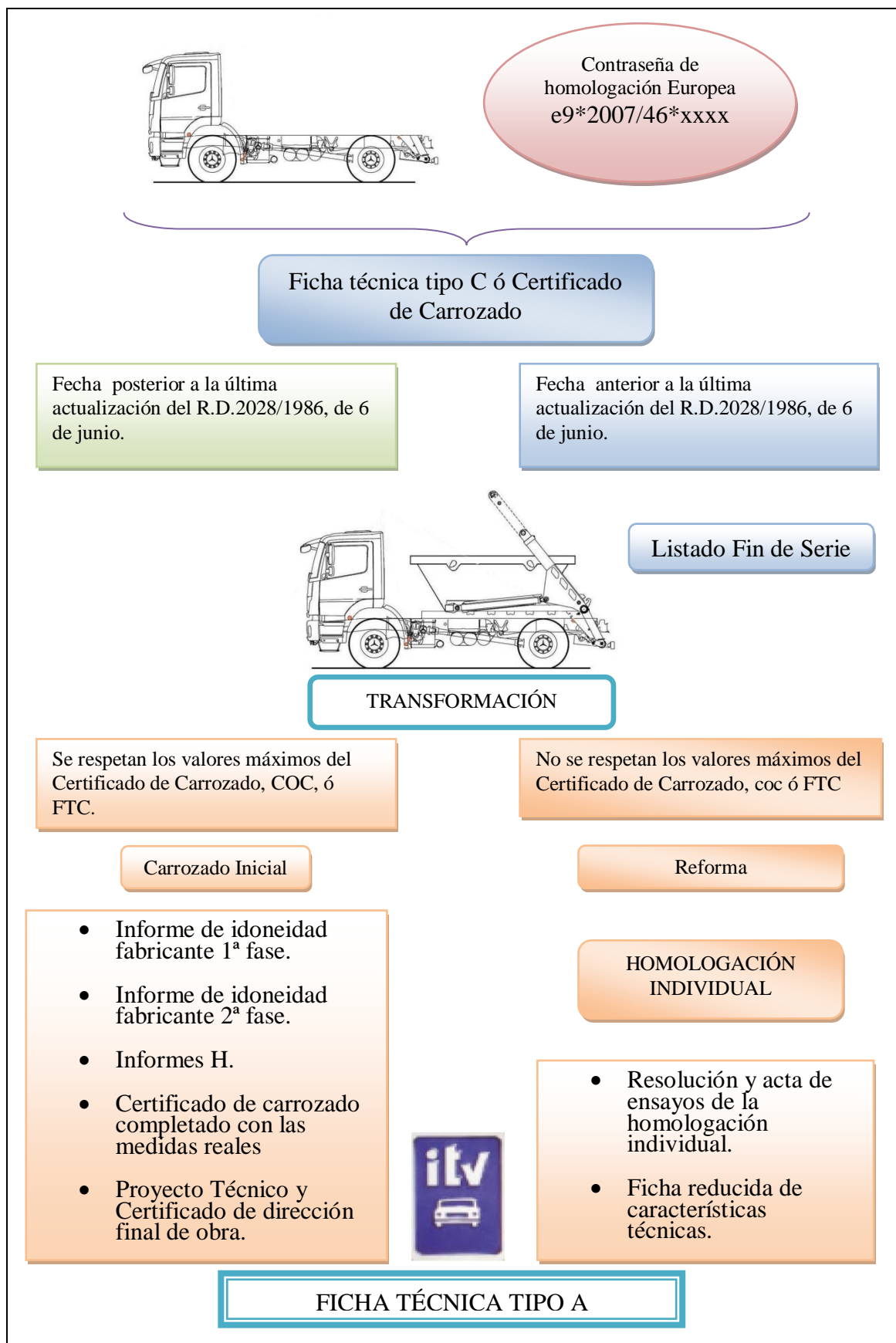


Figura 7.2. Vías de legalización del Caso 2. Vehículo base con Homologación de Tipo Europea.

CASO 3. El vehículo posee una contraseña de homologación de tipo Europea y certificado de Conformidad Europeo.

Este último caso quedaría dentro solamente del ámbito de los fabricantes, sin ser necesario proyecto técnico ni otra documentación analizada anteriormente. Sería un proceso de homologación multifasico, debiendo aportar el fabricante de 1ª fase el Certificado de Conformidad Europeo al fabricante de 2ª fase, que a su vez emitiría un 2º Certificado de Conformidad Europeo con la contraseña de homologación de tipo final que se asigna al vehículo completado. Es este tipo de proceso es necesario acuerdos entre los fabricantes de las distintas fases, para llevar a término las transformaciones, informándose mutuamente de los actos reglamentarios que son afectados y asegurados su cumplimiento.

Tanto el fabricante de 1ª fase como el de 2ª o posteriores fases, pueden emitir una ficha técnica de características, que le permitan la matriculación del vehículo transformado. Las fichas técnicas serán:

- Ficha técnica tipo B: Si el completado del vehículo lo realiza el mismo fabricante del vehículo base.
- Ficha técnica tipo D: Si el completado del vehículo lo realiza un fabricante distinto al del vehículo base.

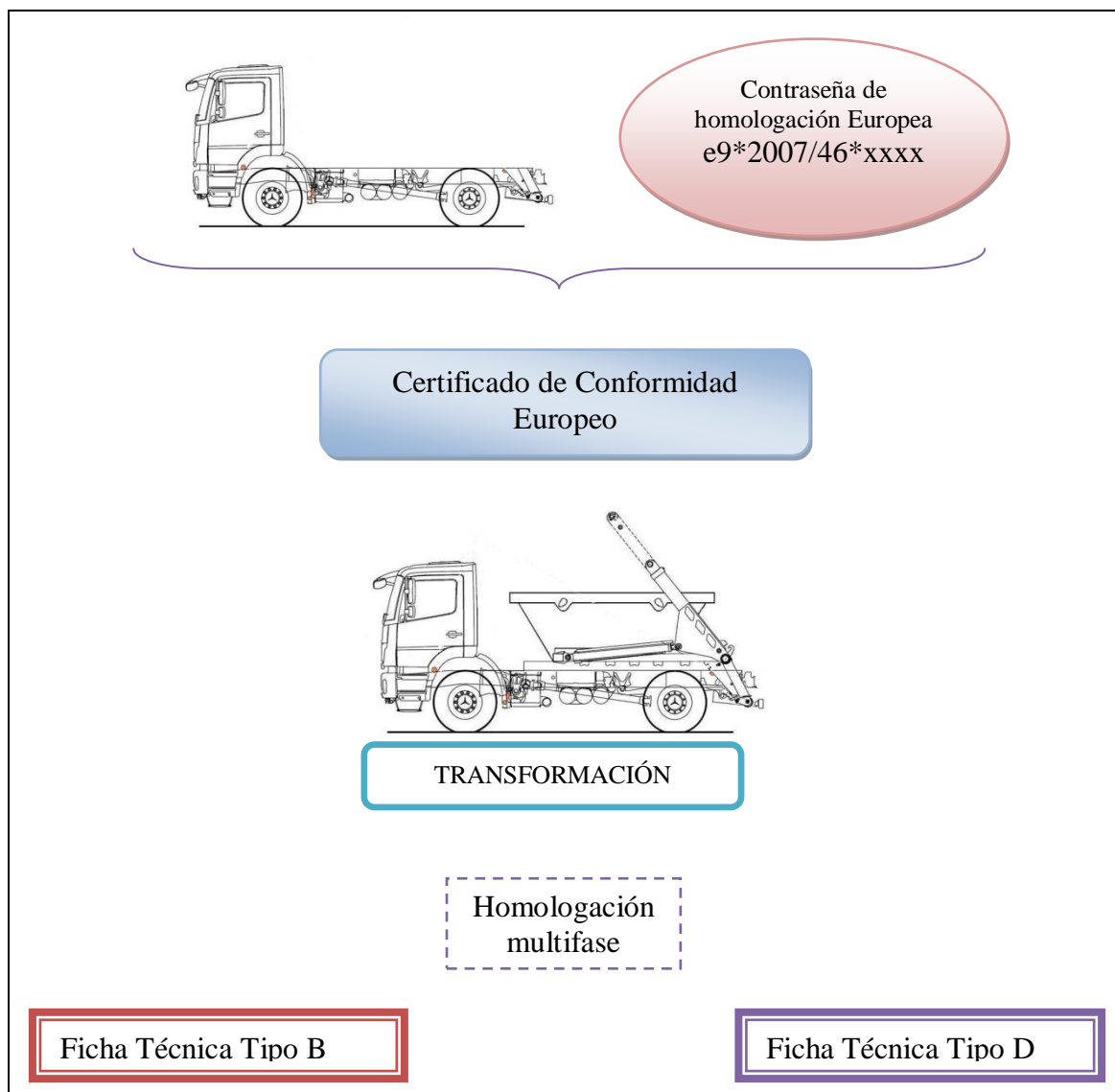


Figura 7.3. Caso 3. Homologación multifase.



**8. PRESUPUESTO.**

Nº.Ord	Descripción	Unidades	Precio (€)	Importe (€)
<b>01</b>	<b>ADAPTACIÓN DE UN EQUIPO PORTACONTENEDORES CAYVOL MOD MCBT-14 A UN CAMIÓN MERCEDES BENZ AXOR 1829 K.</b>			
	<b>PRESUPUESTO DE INGENIERÍA</b>			
	01.01 Transporte del vehículo	2	66	132
	01.02 Estudio del proyecto, cálculos, etc.	23	90	2070
	01.03 Informe de idoneidad del fabricante 1ªfase	1	300	300
	01.04 Informe de idoneidad del fabricante 2ªfase	1	150	150
	01.05 Tasas ITV (Inspección previa a matriculación vehículo pesado).	1	64,09	64,09
	Total de la partida 01	<b>2.716,09 €</b>		
	<b>02 MANO DE OBRA</b>			
<b>02.01</b>	<b>Acondicionamiento del vehículo</b>			
02.01.01	Desmontaje de antiempotramiento trasero	1,5	66	99
02.01.02	Desmontaje y montaje de protecciones laterales	3,5	66	231
02.01.03	Desmontaje y montaje de dispositivos de señalización lateral y trasera	5	66	330
02.01.04	Desmontaje y montaje de dispositivos antiproyección de guardabarros trasero	2,5	66	165
<b>02.02</b>	<b>Instalación de bomba y grupo hidráulico</b>	10,25	66	676,5
<b>02.03</b>	<b>Instalación del portacontenedores</b>			
02.03.01	Operaciones de mecanizado y fijación	12	66	792
<b>02.04</b>	<b>Instalación eléctrica</b>			
02.04.01	Instalación de cableado	8,75	66	577,5
02.04.02	Instalación de botonera	2,5	66	165
	Total de la partida 02	<b>3.036 €</b>		
				Continua

03	MATERIALES			
03.01	Equipo portacontenedor CAYVOL MULTICONTAINER MCBT-14 Contenedor 3,5 m³ Fijaciones y tortillería  Total de la partida 03	1	18.000	18.000
03.02		1	1.290	1.290
03.03		1	300	300
		19.590 €		
SUMA TOTAL DE LAS PARTIDAS		25.342,09 €		
TOTAL PRESUPUESTO (18% IVA)		29.903,67 €		

El presupuesto se ha realizado, teniendo en cuenta que el vehículo corresponde a un carrozado inicial, y no a una reforma. La variación del precio final entre una vía de legalización y la otra, estaría en la diferencia del coste entre los informes de idoneidad y el informe de conformidad. En este estudio se ha estimado un precio mayor al informe de idoneidad del fabricante de primera fase, ya que es responsable de un número mayor de actos reglamentarios que el fabricante de segunda fase. No obstante estas diferencias no son relevantes, teniendo en cuenta que el porcentaje sobre el precio final, sería del 1%.

## **9. RESUMEN Y CONCLUSIONES:**

A continuación se resumen brevemente los diferentes apartados del proyecto con sus respectivas observaciones y conclusiones.

En una primera parte se ha realizado un análisis de la situación legislativa actual en España, la descripción de la transformación y las características técnicas del vehículo antes y después de la reforma. Según el Manual de Reformas de Vehículos, sólo es necesario identificar el vehículo e indicar las características que cambian antes y después de la reforma. Se cree conveniente, y así se ha llevado a cabo en este proyecto, incluir todos los datos en la ficha reducida, antes de la reforma, justificando de esta forma la situación real del vehículo en el momento de realizar la transformación, ya que puede haberse sometido a reformas anteriores a esta transformación, que podrían de una u otra forma influir sobre ella. De esta forma queda definida claramente la responsabilidad del ingeniero proyectista ante la situación del vehículo antes de su transformación.

Se han analizado las distintas situaciones que pueden generarse, respecto a la legalización y puesta en circulación de vehículos incompletos que han sido transformados, distinguiendo entre reforma, carrozado inicial y homologación multifase. Actualmente los vehículos incompletos que se están carrozando, corresponden a vehículos con contraseña nacional, estando en pleno uso el carrozado inicial, pero por un tiempo determinado. La emisión de informes de idoneidad, así como los proyectos técnicos con certificado de dirección final de obra, dejarán de ser necesarios una vez aplicada en su totalidad la directiva 2007/46/CE. Solamente el proyecto técnico con certificado de dirección final de obra será necesario en un proceso de reforma de vehículos, ya que el completado de vehículos se hará mediante homologación multifásica. Este tipo de homologación simplifica la obtención final de la documentación que permite matricular y poner en circulación el vehículo. La responsabilidad de la transformación es exclusivamente de los fabricantes de las diferentes fases, eliminando de esta forma intermediarios que intervienen en el proceso.

La justificación técnica se ha llevado a cabo, realizando los cálculos necesarios para asegurar la viabilidad técnica de la transformación. Se han tenido en cuenta las diferentes cargas por separado que producen reacciones en los ejes, cumpliendo las condiciones de seguridad impuestas por la directiva 92/21/CEE relativa a masas y dimensiones, y las directrices del fabricante.

Se ha realizado un gráfico acotado de distribución de cargas, de esfuerzos cortantes y flectores, verificando la similitud de éste con otros gráficos de transformaciones similares y obteniendo los puntos del bastidor sometidos a valores de máximo esfuerzo cortante y flector. Estos valores han sido necesarios para verificar la resistencia del bastidor, obteniendo unos resultados positivos con altos coeficientes de seguridad.

Un momento crítico en la estabilidad del vehículo, se produce durante las maniobras de carga y descarga del contenedor. En la situación más desfavorable, con el brazo del portacontenedores totalmente extendido y maniobrando con toda la carga útil, se concluye que no cumple los requisitos mínimos de seguridad, peligrando la estabilidad del vehículo. Se procede a limitar la carga útil en maniobras que sea imprescindible extender el brazo del portacontenedores totalmente.

Respecto a cálculos dinámicos, se han calculado las velocidades máximas de vuelco y derrape, teniendo en cuenta las fuerzas que actúan sobre el vehículo, cuando este describe una trayectoria curva, los radios y peraltes utilizados en la construcción de las curvas en las carreteras españolas según la Instrucción de Carreteras, en su Norma 3.1-IC, y la situación del pavimento con diferentes condiciones climatológicas. Se verifica que no hay riesgo de vuelco ni deslizamiento, cuando se realiza una conducción propia del tipo de vía por la que circula el vehículo.

Se ha verificado el correcto acoplamiento del mecanismo portacontenedores al vehículo, calculando la resistencia a tracción de los tornillos que ensambla la parte delantera del mecanismo y la resistencia a cortante de los tornillos situados en los laterales del mismo, en el caso más desfavorable de frenada brusca, teniendo en cuenta aspectos recogidos en la directiva 71/320/CEE,

relativa a dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y de sus remolque, y haciendo uso de teorías manejadas en el estudio de resistencia de materiales. Se considera apto y justificado el acoplamiento del mecanismo portacontenedores sobre el vehículo.

Teniendo en cuenta las sobrecargas, que en determinados momentos puntuales permite el fabricante sobre los ejes, se calculan las distribuciones de carga sobre los mismos, en los momentos del arranque y frenado, con la situación de carga más desfavorable. Se consideran válidos los valores de las reacciones sobre los ejes, en los momentos de arranque y frenado.

La experiencia del autor del proyecto en el sector de la inspección técnica de vehículos, certifica que en ocasiones los vehículos que se presentan a inspección previa a la matriculación, incumplen algunos aspectos de las directivas afectadas por el proceso de completado del mismo, a pesar de estar perfectamente documentado. Se puede dar el caso de modificaciones en la transformación posteriores a la realización del proyecto inicial. Se hace por tanto necesario que el ingeniero proyectista refleje el estado real del vehículo después de la transformación, así como obligatorio incluir fotografías del mismo en el certificado de dirección final de obra. Por este motivo se ha incluido un documento de control que recoge todos los datos y medidas necesarias, quedando justificado el cumplimiento de dichas directivas.

Las responsabilidades de las partes que intervienen en la transformación, los tiempos de ejecución de la obra y los requisitos de seguridad y salud en el trabajo quedan reflejados en un pliego de condiciones.

Por último se ha elaborado un presupuesto detallado, teniendo en cuenta los materiales, ejecución y legalización del vehículo como carrozado inicial, siendo aproximadamente un 40% sobre el precio final del vehículo.

## **10. BIBLIOGRAFIA Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA:**

- Aparicio Izquierdo, F; Díaz López, V; Vera Álvarez, C. *Teoría de vehículos automóviles*. 2a ed. Madrid: Sección Publicaciones E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, 2001. 554 p. I.S.B.N.:84-7484-146-1.
- Cascajosa Soriano, Manuel. *Ingeniería de vehículos. Sistemas y cálculos*. 3ª ed. Madrid: Editorial Tébar, 2007. 558 p. ISBN: 84-7360-258-7.
- Ortiz Berrocal, Luis. *Resistencia de materiales*. 2a ed. Madrid: Mc Graw-Hill / Interamericana de España. S.A.U., 2002. 835p. ISBN: 84-481-3353-6.
- A.E.C.A. *Formación para formadores. Nuevo marco reglamentario*. Rodríguez Martín, Guillermo. Madrid: Instituto Superior de Investigación del Automóvil, 2011. 170 diapositivas.
- ASCATRAVI. *Procedimiento de legalización del vehículo: Carrozado inicial, Reforma después de matriculación y fichas técnicas*. Rodríguez Martín, Guillermo. Madrid: IFEMA Feria de Madrid, 2011. 82 diapositivas.
- ANT. S.L. *Influencia de la nueva reglamentación de vehículos en los procesos de inspección en ITV*. Madrid: Inspección Técnica del Transporte S.A., 2010. 209 diapositivas.
- I.D.I.A.D.A. *Nueva directiva Europea de homologación de tipo de vehículos. Aplicación a la homologación de vehículos industriales*. Lafuente, Ignacio. Madrid: IFEMA Feria de Madrid, 2009. 89 diapositivas.
- Mercedes Benz. *Directrices para la construcción y el montaje de carrocerías y estructuras adosadas para camiones*. Madrid, 14 diciembre 2009. 459 p. Disponible en web: <[http://www.mercedes-benz.com.co/manuales/Manual\\_del\\_carrocero\\_Actros.pdf](http://www.mercedes-benz.com.co/manuales/Manual_del_carrocero_Actros.pdf)>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *Manual de Reformas de Vehículos*. Madrid, 14 de enero de 2011 [corrección 1ª, abril 2011]. 486 p. Disponible en web: <[http://www.mityc.es/es-ES/Documentacion/.../Manual\\_Reformas\\_Corr\\_1.pdf](http://www.mityc.es/es-ES/Documentacion/.../Manual_Reformas_Corr_1.pdf)>
- España. Real Decreto 866/2010, de fecha 2 de julio, por el que se regula la tramitación de reformas de vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, 14 de julio de 2010, núm. 170, p. 61860.
- España. Real Decreto 750/2010, de fecha 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de tipo de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como sistemas, partes y piezas de dichos vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, 14 de julio de 2010, núm. 170, p.55026.

- España. Orden ITC/3214/2010, de 26 de noviembre, por las que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de fecha 6 de junio, sobre normas para la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas así como partes y piezas de dichos vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de diciembre de 2010, núm. 292, p. 16279.
- España. Real Decreto 2822/1998, de fecha 23 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, 26 de enero de 1999, núm. 22, p. 3440.
- España. Real Decreto 2042/1994, de 14 de octubre, por el que se regula la Inspección Técnica de Vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, 17 de noviembre de 1994, núm. 275, p. 35292.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *Manual de Procedimientos de Inspección de las Estaciones ITV*. Madrid: enero de 2009 [revisión 6ª]. 407 p. Disponible en web: <<http://www.mityc.es/es-ES/.../ManualITVMitycRevision6Enero2009web.pdf>>.
- AENOR. *Dimensiones de los automóviles y vehículos remolcados. Denominaciones y Definiciones*. UNE 26-192-87. Madrid: AENOR, 1987.
- España. Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de la Circulación. *Boletín Oficial del Estado*, 16 de julio de 1988, núm. 170, p. 22004.
- España. Orden CTE 3191/2002, de 5 de diciembre, por la que se tipifican nuevas reformas de importancia y se modifican los anexos I y II del Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de la Circulación. *Boletín Oficial del Estado*, 17 de diciembre de 2002, núm. 301, p. 44033.
- España. Real Decreto 2140/1985, de 9 de Octubre, por el que se citan normas sobre homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos. *Boletín Oficial del Estado*, 19 de noviembre de 1985, núm. 277, p. 23751.
- España. Orden de 27 de diciembre de 1999 por la que se aprueba la Norma 3.1-IC. Trazado de la Instrucción de Carreteras. *Boletín Oficial del Estado*, 2 de febrero de 2000, núm. 28, p.4724.
- España. Real Decreto 1626/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de octubre de 1997, núm. 261, p. 1997.
- Unión Europea. Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de septiembre de 2007 por el que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 9 de octubre de 2007, núm. 263, p. 1.

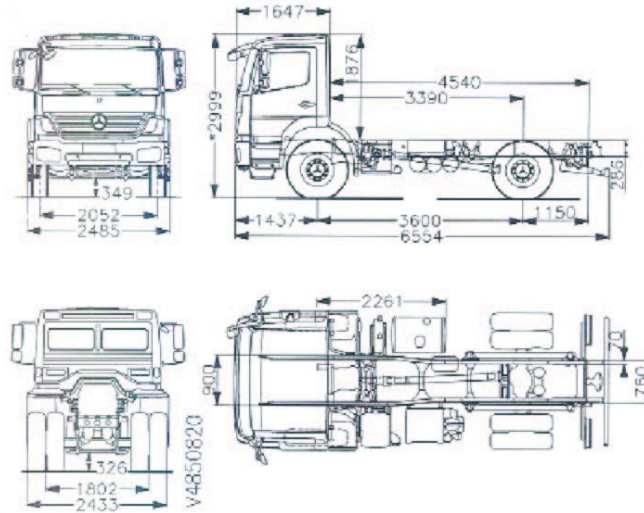
- Unión Europea. Directiva 98/14/CE de la Comisión de 6 de febrero de 1998 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 70/156/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la homologación de los vehículos a motor y de sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 25 de marzo de 1998, núm. L 091, p. 1-61.
- Unión Europea. Directiva 97/27/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de julio de 1997 relativa a las masas y dimensiones de determinadas categorías de vehículos de motor y sus remolques y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 28 de agosto de 1997, núm. L233/1, p. 1-31.
- Unión Europea. Directiva 76/756/CEE del Consejo de 27 de julio de 1976, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa de los vehículos a motor y sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 27 de septiembre de 1976, núm. L262, p.1-40.
- Unión Europea. Directiva 70/222/CEE del Consejo de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el emplazamiento e instalación de las placas traseras de los vehículos a motor y de sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 6 de abril de 1970, núm. L 076, p. 25.
- Unión Europea. Directiva 70/221/CEE del Consejo de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los depósitos líquidos de carburante y los dispositivos de protección trasera de los vehículos a motor y sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 6 de abril de 1970, núm. L076, p. 23.
- Unión Europea. Directiva 89/297/CEE del Consejo de 13 de abril de 1989, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la protección lateral de determinados vehículos de motor y sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 5 de mayo de 1989, núm. L124, p.1-7.
- Unión Europea. Directiva 91/226/CEE del Consejo de 27 de marzo de 1991, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los sistemas antiproyección de determinadas categorías de vehículos de motor y se sus remolques. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 23 de abril de 1991, núm. L103, p. 5-28.



# **ANEXOS**

## **ANEXO I. DATOS DEL FABRICANTE DEL VEHÍCULO.**

8563620	Datos técnicos		Euro4	Seite 1 / 3
<b>1829 K</b>	Chasis cabina para volquete			
Axor 2	1829 K 4X2 / 3600 (3600/0/0)		M08 TL2 F07	Mercedes-Benz
95250212	Modificación con reserva			TE/SOD
	22.02.2008			



Equipamiento según serie

\* En vacío

Con neumáticos 12R22,5

Radio de giro ø 14,9 m

**Medidas (mm)** Respetar las normas de carrozado (sobre todo los pesos por eje)


Longitud máx. carrocería con espacio libre recomendado, carga uniformemente repartida/voladizo máx.	4582	5480
Espacio libre mínimo detrás de cabina	250	
Altura chasis		
Eje delantero	carg./descar.	1045 1123
Eje trasero	carg./descar.	1050 1179

**Equipamiento (para export modificado parcialmente)****Cantidades de llenado (l)**

Motor	Motor diesel R 6 Cilindros refrigerados por agua	Acilte motor	24.0 bis 29.0
	OM906LA, 210 kW (286 CV) 2200 a rpm	Refrigeración	25.0
	1120 Nm en 1200 / mínimo hasta 1600 rpm		
	4-Takt MB Inyección directa/ 2 Eln. 1 Aus = 3 Válvulas por cilindro		
	6 inyectores de bomba controlados electrónicamente		
	Diámetro 102 mm; Cilindrada 130 mm; Cilindrada 6374 cm³		
Embrague	Embrague monodisco MF395		
Cambio	G131-9/14.57-1.0 (9 veloc.)		13.0 / 0.0
1er ED	Eje rígido VL4/50 DC-7,5 suspensión parabólica		0.0 + 0.0
1er EI	Ejes con planetarios en los extremos HL7/055DCS-13 suspensión parabólica		12.0 + 6.5 + 0.0
i ET	4.333		
Dirección	LS 8 BK		3.8
Frenos	ED: discos de freno ET: discos de freno circuito neumático doble de freno		
Neumáticos	12R22.5		
Llantas	Llantas escarpadas 8,25 x 22,5		
Depósito	210 litros, plástico		
Batería	2x12 V/ 165 Ah		
Cabina	Cabina estándar F07		
Largueros	Chasis de largueros continuos		

6363620

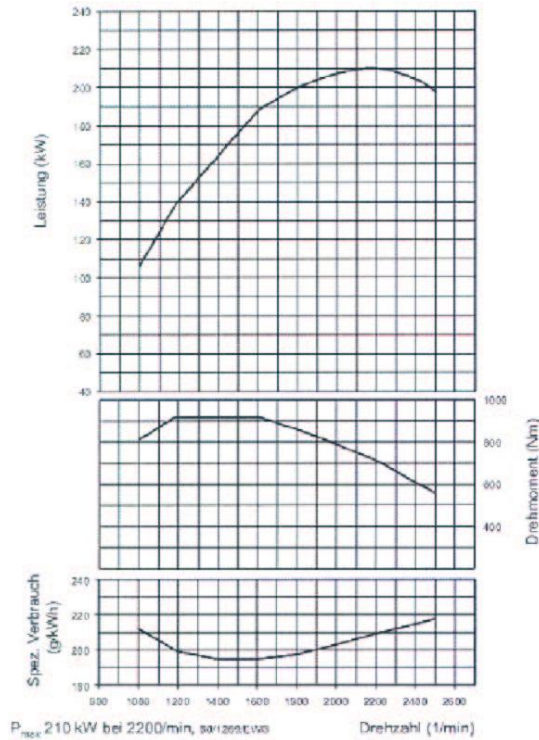
Seite 2 / 3

<b>1829 K</b> Axor 2	<b>Datos técnicos</b> Chasis cabina para volquete <b>1829 K 4X2 / 3600 (3600/0/0)</b> Modificación con reserva 22.02.2008										<b>Euro4</b> MO8 TL2 F07		 Mercedes-Benz TE/SOD			
<b>Pesos del vehículo (kg) con depósito lleno</b>																
								1er Eje	2º Eje	3º Eje	4º Eje	Total				
Chasis, herram., rueda repues., cond., bar. anti.								3740	2330	0	0	6070				
Carrocería y carga útil uniformemente repartida por eje y total								3360	9170	0	0	11930				
Carrocería y carga útil, no uniformemente repartida												11930				
M.M.A. Por ejes, M.M.A. Del vehículo								7500	11500	0	0	18000				
M.M.A. del vehículo con remolque												40000				
<b>Prestaciones con cajas de cambios</b>																
Caja 1 G131-9/14,57-1.0 (9 veloc.)																
14,57	9,48	6,64	4,82	3,67	2,59	1,81	1,32	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,86	0,0	
Neumáticos 12R22.5								R dyn = 526 mm								
Caja 2 G211-16/17.0-1.0 (16 veloc.)																
17,03	14,19	11,5	9,58	7,8	6,5	5,28	4,4	3,87	3,22	2,61	2,18	1,77	1,48	1,2	15,48	12,9
Neumáticos 12R22.5								R dyn = 526								
Eje trasero	Peso total	Velocidad (km/h) con % pendiente indicada			Pendiente superable en % con km/h				Límite real. %	km/h en la marcha 1ª con mas alta		RPM en la marcha mas alta en km/h				
1-	kg	0	2	7	máximo	arranque	60	80	Carrocería seca	1000 rpm	en rpm	60	80			
Cambio 1	4,143	18000	126	110	49	80	53	5,7	3,8	69	3,3	105	1254	1671		
		40000	120	62	23	31	21	2,2	1,3	29						
	4,333	18000	121	110	50	80	56	5,6	3,8	69	3,1	101	1311	1748		
		40000	116	61	23	33	22	2,1	1,3	29						
4,833	18000	109	104	51	80	66	5,5	3,8	69	2,8	90	1462	1950			
		40000	106	62	23	37	25	2,1	1,3	29						
	5,333	18000	100	96	49	80	76	5,7	3,9	69	2,5	82	1614	2152		
		40000	98	63	23	42	28	2,2	1,3	29						
Cambio 2	3,714	18000	138	110	50	80	57	5,6	3,8	69	3,1	117	1124	1498		
		40000	124	63	23	33	22	2,1	1,3	29						
	4,333	18000	121	110	50	80	70	5,6	3,8	69	2,7	101	1311	1748		
		40000	116	62	23	40	26	2,1	1,3	29						
4,833	18000	109	104	51	80	80	5,7	3,8	69	2,4	90	1462	1950			
		40000	106	63	23	45	30	2,2	1,3	29						
	5,333	18000	100	96	50	80	80	5,6	3,9	69	2,2	82	1614	2152		
		40000	98	62	23	51	33	2,1	1,3	29						
6,0	18000	89	86	51	80	80	5,7	3,8	69	1,9	73	1815	2421			
		40000	88	63	23	60	38	2,2	1,3	29						
<b>Indicación</b> Para mas info. acerca de desmultipli., cargas en ejes y equipos especial. Consultar el manual de ventas. Velocidad máxima limitada a 90 km/h - Landesgesetze y Neumáticos beachten - En trabajos pesados habrá que definir de nuevo la relación de la caja de cambios y el eje trasero Para vehículos A.D.R. cambian los pesos de combinación permitidos																

NB en relación a esta ficha técnica: En relación a los datos contenidos en esta ficha técnica pueden producirse cambios tras el cierre de redacción. Estos datos son sólo aproximados. Las ilustraciones pueden mostrar también equipos opcionales y accesorios no pertenecientes al equipamiento de serie. Las informaciones contenidas referentes a prescripciones legales y fiscales y sus efectos son válidas únicamente en la República Federal de Alemania.

Se recomienda que para obtener datos más actualizados consulte a su asesor de Vehículos Industriales Mercedes-Benz.

8563620	Datos técnicos	Euro4	Seite 3 / 3
<b>1829 K</b>	Chasis cabina para volquete	Mercedes-Benz	
Axor 2	1829 K 4X2 / 3600 (3600/0/0)	MQB TL2 F07	TE/SOD
95290212	Modification con reserva	22.02.2008	




$P_{max}$  210 kW bei 2200/min, parizestativ

Drehzahl (1/min)

Externe Chrysler AG  
AG - WVMAM  
HPC, 018 / D 500  
D - 70696 Stuttgart  
05.05.2006

**Leistungskurve**  
OM 90 LA, On Highway EURO 4  
**100 02 610**

Deutsch	English	Français	Español	Türkçe
Leistung	Output	Puissance	Potencia	Güç
Drehmoment	Torque	Couple	Par motor	Tork
Spezifischer Verbrauch	Specific fuel consumption	Consommation spécifique	Consumo específico	Özgül Yakıt Sarfiyatı
Drehzahl	Engine speed	Régime	Régimen	Devir sayısı
Leistungskurve	Output curve	Courbe de puissance	Curva de potencia	Güç eğrisi
Stationäre Vollastkurven (Prüfstand)	Full load curves (steady-state measurement)	Courbes à pleine charge (banc d'essai)	Curvas estacionarias a plena carga (banco de ensayo)	Tam yük eğrisi
Maximale Leistung ( $P_{max}$ )	Maximum power	Puissance maxi	Potencia máxima	Azami güç
Drehmomentüberhöhung (Mdü)	Torque rise	Dépassement du couple	Incremento de par	Tork artışı
Maximales Drehmoment ( $Md_{max}$ )	Maximum torque	Couple maxi	Par motor máximo	Azami tork

<b>DAIMLERCHRYSLER</b>		DaimlerChrysler España, S.A. Accionista único: DaimlerChrysler España Holding, S.A. Domicilio Social: Avda. de Bruselas, 30 28108 Alcobendas (Madrid)	
<b>PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES SEGÚN EL TIPO</b>			
<b>Marca: MERCEDES-BENZ</b>		<b>Tipo: 950.501</b>	<b>Modelo: 1823 y var.(no carroz.)</b>
		<b>Ext. III</b>	
		<b>Pág. 1 de 7</b>	

**FICHA REDUCIDA PARA LOS VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA N<sub>2</sub>**

Marca: MERCEDES-BENZ

Contraseña: C1-1575 - 03

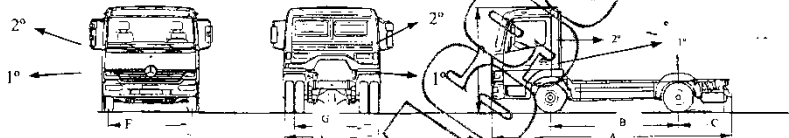
TIPO	VARIANTE	DENOM. COMERCIAL	PARTE Fija VIN	OBSERV.
950.501	Ver debajo	Ver debajo	WDB 950.501 (*)	N <sub>2</sub> / 4x2

- (A) ..... 1823, 1824, 1826, 1828 y 1829 : Chasis-cabina, camión o camión mixto v. industrial (22... )  
 (B) ..... 1823 L, 1824 L, 1826 L, 1828 L y 1829 L : Chasis-cabina, camión o camión mixto con susp. neumática en el eje trasero. (22... )  
 (C) ..... 1823 LS, 1824 LS, 1826 LS, 1828 LS y 1829 LS : Chasis-cabina con susp. neumática en el eje trasero, tractorcamión. (23... ) ó (22... )  
 (D) ..... 1823 K, 1824 K, 1826 K, 1828 K y 1829 K : Chasis-cabina, camión o camión mixto, volquete. (22... ó 23.00 )  
 (E) ..... 1823 LnR, 1824 LnR, 1826 LnR, 1828 LnR y 1829 LnR : Chasis-cabina, camión o camión mixto con susp. neumática en el eje trasero. (22... )

### ESQUEMA Y DIMENSIONES

Foto:

- (1) Emplaz. n° de bastidor  
(2) Emplaz. placa constructor



MEDIDAS EN MM.			(A) (B)		(E)		(C)	(D)		
	S	L	LT	S	L	S/L/LT	S	L	LT	
<b>A Longitud total (1)</b>	7170	6750	6780	8750	8350	5810	6700	6270	6300	
(S): Cab. S y S prolongada.	7630	7210	7240							
(L): Cab. Larga	8110	7695	7730							
(LT): Cab. Larga+ Techo alto	8580	8175	8210							
	9050	8645	8685							
	9510	9115	9160							
	9980	9590	9635							
	10440	10060	10105							
	10900	10525	10570							
<b>B Dist. entre 1º/2º ejes</b>	3.900	4.200	4.500	4.800	5.400	5.700	3.600	3.600	3.900	
	4.800	5.100	5.400							
	5.400	5.700	6.000							
	5.700	6.000	6.300							
	6.000	6.300								
<b>C Voladizo</b>	1830	1410	1440	2510	2110	770	1710	1260	1280	
(S): Cab. S y S prolongada.	1990	1570	1600							
(L): Cab. Larga	2170	1755	1790							
(LT): Cab. Larga+ Techo alto	2340	1935	1970							
	2510	2105	2145							
	2670	2275	2320							
	2840	2450	2495							
	3000	2620	2665							
	3160	2785	2835							
<b>D Altura total (1)</b>	3.900									
<b>E Anchura total (1)</b>	2.550									
<b>F Via anterior</b>	1.945-2.110									
<b>G Via posterior</b>	1.802		1.804		1.802		1.802			
<b>H Dis. ejes extremos</b>	lo mismo que el apartado B									
<b>I Dist. 2º/3º eje</b>	---		---		---		---			
<b>K Av. 5ª rueda</b>	---		---		(2)		---			

- (\*)-0.501: (A)/3.900  
 -0.502: (A)/4.200  
 -0.503: (A)/4.500  
 -0.504: (A)/4.800  
 -0.505: (A)/5.100  
 -0.506: (A)/5.400  
 -0.507: (A)/5.700  
 -0.508: (A)/6.000  
 -0.509: (A)/6.300  
 -0.531: (B)/3.900  
 -0.532: (B)/4.200  
 -0.533: (B)/4.500  
 -0.534: (B)/4.800  
 -0.535: (B)/5.100  
 -0.536: (B)/5.400  
 -0.537: (B)/5.700  
 -0.538: (B)/6.000  
 -0.539: (B)/6.300  
 -0.542: (C)/3.600  
 -0.543: (D)/3.600  
 -0.544: (D)/3.900  
 -0.545: (E)/4.800  
 -0.546: (E)/5.400  
 -0.547: (E)/5.700

(1) En vehículos no carrozados, el valor máximo para el vehículo carrozado;

(2) Ver hoja 7 de 7.

MASA TÉCNICA MÁXIMA ADMISIBLE/MASA MÁXIMA AUTORIZADA. (MTMA/MMA)


VER HOJA 3 DE 7

**APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA TECNOLÓGICA CON FECHA:**

**CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN**  
C1-1575

L:\PRINTA CDS\30\_06\_2006\950501\950501\_03\_00n.doc LAIMBE.IH 05/07/2006



<b>DAIMLERCHRYSLER</b>		DaimlerChrysler España, S.A. Accionista único: DaimlerChrysler España Holding, S.A. Domicilio Social: Avda. de Bruselas, 30 28108 Alcobendas (Madrid)	
<b>PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES SEGÚN EL TIPO</b>			
<b>Marca: MERCEDES-BENZ</b>		<b>Tipo: 950.501</b>	<b>Modelo: 1823 y var.(no carroz.)</b>
		<b>Ext. III</b>	<b>Pág. 2 de 7</b>
<b>BASTIDOR</b>			
Tipo ..... Bastidor de dos tramos, travesaños remachados.			
Dimens.(en mm.): De 6.075 a 10.625 x 898/758 ó x 900/760 mm			
Perfil ..... En "U" de 192/284x70x7 ó 286x70x8 mm.			
<b>SUSPENSIÓN</b>			
Delantera ..... Ballestas parabólicas, opc.: neumática			
Trasera ..... Ballestas parabólicas, var. L: neumática (2 fuelles neumáticos).			
Amortiguadores ..... Delanteros ..... Si. Traseros ..... Si.			
Barra estabiliz. .... Delantera ..... Si. Trasera ..... Si.			
<b>TRANSMISIÓN</b>			
Tipo ..... Mecánica a ruedas traseras.			
<b>MOTOR</b>			
Marca / fabricante ..... Mercedes-Benz / DaimlerChrysler			
VERSIÓN (I)	TIPO	POTENCIA EFECTIVA (kw)	
--	OM 906 LA III/2	170	
--	OM 906 LA III/4	205	
A1,B1,C1	OM 906 LA IV/3	210	
A2,B2,C2	OM 906 LA IV/2	188	
A3,B3,C3	OM 906 LA IV/1	175	
(I) A7, B7, C7: Versión con catalizador de 175l, 125l, 100l			
Potencia fiscal ..... 31,39 CVF			
Combustible ..... Gasóleo A			
Nº de cilindros ..... 6 en línea.			
Cilindrada y Ø ..... 6.374 cm³ y Ø 102 mm			
<b>EMBRAGUE</b>			
Tipo ..... MF 395 A o B, monodisco en seco.			
Diámetro ..... Ø 395 mm			
<b>CAJA DE CAMBIOS</b>			
Marca/Tipo:			
Mercedes-Benz/ G 85-6/6,7 (1) ó G 100-12/10,0 (2) ó G 217-16/17,0 (3) ó G 131-9/14,57 (4) ó Allison/MD 3000PR (5) ó Allison/MD 3000P (6)			
[Cajas Allison: no válidas para frenos de tambor]			
Mando ..... Cajas:			
Mecánica (1-4), opcional mando electrónico Tolligent.			
Automática (5 y 6).			
Nº de relaciones:			
Mecánica (1) 6 del. 1 atr., (2) 12 del. 2 atr., (3) 16 del. 2 atr., (4) 9 del. 1 atr., (5) 5 del. 1 atr., (6) 6 del. 1 atr.			
Automática: (5) 5 del. 1 atr., (6) 6 del. 1 atr.			
<b>LIMITADOR DE VELOCIDAD</b>			
Marca ..... Siemens VDO			
Tipo: 1) Elektronik FR 12V/34V 412, opc. 413			
2) Elektronik CPS/FR			
Cont. Homolog.: 1) e1 00062 opc. e1 000069 2) e1 000125			
<b>RUÍDO A VEHÍCULO PARADO</b>			
Ver página 5 de 7			
<b>PROTECCIÓN TRASERA</b>			
Nº de homologación ..... Al carrozar.			
<b>EJES</b>			
Número ..... 2			
Tipos y capacidad ..... Ver pag. 3 de 7			
<b>DIRECCIÓN</b>			
Tipo ..... Servodirección MB LS 8			
Diámetro del volante ..... Ø 450 ó 500 mm.			
Relación ..... 17,4 : 1 - 20,6 : 1			
<b>NEUMÁTICOS</b>			
Número: 6 ó 6+1 ó 6+2, sencillo/gemelo ..... 1º eje / 2º eje			
Índice de velocidad mínimo: G; Índice de carga mínimo:			
Ver página 7 de 7			
<b>QUINTA RUEDA</b> ..... Tipo/ Marca: Al carrozar, ver página 7 de 7			
<b>GANCHO DE REMOLQUE</b> : RINGFEDER O ROCKINGER O ORLANDI. Ver 4 de 7.			
<b>DISPOSITIVO DE FRENADO</b>			
De servicio ..... Neumático de doble circuito			
De estacionamiento ..... Acumulador de fuerza elástica.			
Actúa sobre los ejes traseros.			
De socorro ..... Eficacia residual de uno de los dos circuitos de servicio.			
Sup. total de frenado por eje (Bás, L, LsR y LS):			
Del.: Disco 3.136 cm²; Tras.: Disco 3.136 cm²			
Sup. total de frenado por eje (K): Del.: Disco 3.136 cm²			
Tras.: Tambor 2.950 cm²			
Sup. total de frenado por eje (K): Del.: Tambor 2.380 cm²			
Tras.: Tambor 2.950 cm²			
Cálculados capacidad (l) (Bás, L, LsR, LS): 3x25+20+7,5+4			
Calderines capacidad (l) (Bás, L, LsR, LS): 2x30+25+7,5+4 ó 3x25+7,5+4+20 ó 3x25+7,5+4+15 ó 2x30+25+7,5+5,4			
Retardador ..... Freno motor constante.			
Opcional Voith R115.			
Asistencia de serie: ABS - opc. ASR, ó sist. electroneumático de freno			
EPB/EPB incluye ABS+ASR			
Disp. antibloqueo ..... Marca: BOSCH o WABCO			
Tipo ..... de 4 canales; Categoría I			
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
Baterías ..... 2 de 12V, 165 ó 220Ah.			
Alternador ..... 280 - 5.040 VA.			
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>			
Tipo ..... Por líquido refrigerante.			
<b>DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE</b>			
Capacidad (en litros) ..... Ver hoja 3 de 7.			
<b>REFERENCIA SILENCIOSO</b>			
Ver tabla de Ruido a vehículo parado en hoja 5 de 7			
<b>EQUIPAMIENTO CARROCERÍA (CABINA)</b>			
Espejos retrovisores ext. Nº: 4 ó 5 ó 6			
Asientos, nº: 2, 3 ó 6 en cabina. nº de plazas: 2, 3 ó 6.			
Tipo de cabina: S: corta, Spro: corta-prolongada;			
L: larga y Lta: larga techo alto.			
Literas Nº: ..... cab. L: opcionalmente 1 ó 2			
Cinturones de seguridad ..... Serie			
<b>INDICADORES</b>			
Velocímetro ..... Si			
Tacógrafo (nº hom.) ..... Si			
Marca	Modelo	Contraseña	
ACTIA	SMARTACH STD	e2 25	
	SMARTACH ADR	e2 29	
Stoneridge Electronics	SE5000	e5 0002	
Siemens VDO	DTCO 1381	e1-84	
<b>DISPOSITIVO DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN</b>			
Nº proyectores de corto alcance ..... 2			
Nº proyectores de largo alcance ..... 2 de serie - 2 opc.			
Nº proyectores de marcha atrás ..... 2			
Nº proyectores antiniebla del./ tras ..... 2 / 1 (opcionalmente 2)			
Galíleo ..... 2 del. y 2 atrás.			
<b>OPCIONES Y ACCESORIOS</b>			
Aire acondicionado, cierre centralizado, elevalunas eléctrico, deflector aerodinámico y otras incluidas en el apartado 11 de la ficha de tipo.			


REVISIÓN: III

FECHA: JUNIO 2006

**APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA TECNOLÓGICA CON FECHA:**

**CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN**  
C1-1575

L:\I\HINTA CDS\30\_06\_2006\950501\950501\_03\_00v.doc LAIMBE\I\H 05/07/2008

<b>DAIMLERCHRYSLER</b>		DaimlerChrysler España, S.A. Accionista único: DaimlerChrysler España Holding, S.A. Domicilio Social: Avda. de Bruselas, 30 28108 Alcobendas (Madrid)	
<b>PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES SEGÚN EL TIPO</b>			
<b>Marca: MERCEDES-BENZ</b>		<b>Tipo: 950.501</b>	<b>Modelo: 1823 y var.(no carroz.)</b>
		<b>Ext. III</b>	
		<b>Pág. 3 de 7</b>	

**MASA TÉCNICA MÁXIMA ADMISIBLE / MASA MÁXIMA AUTORIZADA EN "kg." (MTMA/MMA)**

Cód. interno	TL4	TL5	TL8	TL9	TM1	TM6	TM8	TN5	-	-	-	-	-	-
<b>MASA TOTAL</b>	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 18000	19000/ 17500	19000/ 17000	19000/ 16500	19000/ 16000	19000/ 15500	19000/ 15000
<b>MASA 1º EJE</b>	7100	7100	7500	7500	7500	8000	9000	8000	7100	7000	6800	6700	6500	7100
<b>MASA 2º EJE</b>	12000/ 11500	13000/ 11500	11500	12000/ 11500	13000/ 11500	13000/ 11500	13000/ 11500	13000/ 11500	11500	11500	11000	10600	10200	10500
Cód. interno	TL6	TL1	TL2	TL3	TL7	TM3	TM4	TM5	TM7	TN2	TY2	-	-	-
<b>MASA TOTAL</b>	18600/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 18000	18000/ 17500	18000/ 17000
<b>MASA 1º EJE</b>	7100	6700	7100	7100	7500	9000	7500	8000	9000	8500	9000	7100	7100	7100
<b>MASA 2º EJE</b>	11500	11500	11500	12000/ 11500	11500	9000	12000/ 11500	11500	11500	11500	9000	11500	11500	11500
Cód. interno	-	-	-	TL0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MASA TOTAL</b>	18000/ 16500	18000/ 16000	18000/ 15500	17800/ 17800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MASA 1º EJE</b>	6700	6600	6400	6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>MASA 2º EJE</b>	11200	10400	10000	11500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TARA nominal (*)</b>	Variantes 950.50? y 950.53? con frenos de disco (D1/D2) = con EPB: 5200-8100; con ABS: 5400-8900													
	Variantes 957.50? y 950.53? con frenos de disco y tambor (D1/T2) = con EPB ó ABS: 5550-8600													
	Variantes 957.50? y 950.53? con frenos de tambor (T1/T2) = con EPB ó ABS: 5400-8600													
	Variantes 954.53? = 5500-7200													
<b>MMR cf -sf</b>	24.000 a 49.000 (con remolque de ejes centrados) - 750													
<b>MMC cf</b>	40.000													

(\*) valores para vehículo no carrozado, y tara mínima admisible del vehículo una vez carrozado.

**DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE****¡ATENCIÓN! Para cualquier montaje de depósitos la distancia mínima libre al suelo de la parte más baja del montaje del/de los depósitos no podrá ser inferior a 740 mm**

Material:	Plástico	Aceró	Aleación de aluminio	
Tipo:	Un depósito		Depósitos combinados	
Capacidad (en litros)	210	300	130	450
		345	200	500
		400	230	550
		500	280	590
		590	300	650
			345	720
			400	900

Situación: Los depósitos podrán estar situados indistintamente a la derecha o izquierda del bastidor. Cuando se combinen 2 depósitos de la marca MERCEDES-BENZ de igual o distinta capacidad (de las arriba descritas), los dos a la derecha o los dos a la izquierda del bastidor dejando una separación de 30 mm, ó uno a la derecha y otro a la izquierda del bastidor, deberán conectarse por gravedad cumpliendo con las normas de montaje MERCEDES-BENZ.

En el caso del depósito de 900 l. éste es montado en una plataforma encima del chasis, detrás de la cabina.  
Capacidades de depósitos adicionales para Urea (AdBlue), para motores Euro IV/V (en l): 8; 25; 35; 40; 85; 95; 145.

**APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA TECNOLÓGICA CON FECHA:**

**CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN**  
C1-1575

L:\PRINTA\_CDS\30\_06\_2008\950501\950501\_03\_00n.doc LAIMBE\PH 05/07/2008



<b>DAIMLERCHRYSLER</b>		DaimlerChrysler España, S.A. Accionista único: DaimlerChrysler España Holding, S.A. Domicilio Social: Avda. de Bruselas, 30 28108 Alcobendas (Madrid)	
<b>PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES SEGÚN EL TIPO</b>			
<b>Marca: MERCEDES-BENZ</b>		<b>Tipo: 950.501</b>	<b>Modelo: 1823 y var.(no carroz.)</b>
		<b>Ext. III</b>	
		<b>Pág. 5 de 7</b>	

## RUIDO A VEHÍCULO PARADO

Motor: OM 906LA.III/2 y OM 906LA.III/4, totalmente encapsulado.			Prueba a: 1650 min <sup>-1</sup>
Silencioso	Salida escape		Nivel de ruido dB (A)
940 490 01 01	Entre ejes 1 y 2, izquierda, hacia abajo		92
940 490 06 01			
940 490 05 01	Entre ejes 1 y 2, hacia la izquierda		
940 490 04 01	Izquierda, detrás cabina hacia arriba		85
940 490 03 01	Izquierda, detrás cabina hacia arriba		85
973 490 04 01	Entre ejes 1 y 2, en medio hacia abajo		93
676 490 09 01	Entre ejes 1 y 2, izquierda (solo motor OM 906LA.III/4)		91

Motor: OM 906LA.IV/3, OM 906LA.IV/2 y OM 906LA.IV/1, totalmente encapsulado.			Prueba a: 1650 min <sup>-1</sup>
Silencioso	Catalizador	Salida escape	Nivel de ruido dB (A)
000 490 45 14	SC 2001	Entre ejes 1 y 2, izquierda, hacia abajo	85
000 490 78 14			
000 490 87 14		Entre ejes 1 y 2, hacia la izquierda	
001 490 00 14			
001 490 03 14		Izquierda, detrás cabina hacia arriba	
000 490 50 14			
000 490 88 14		Izquierda, detrás cabina hacia arriba	
001 490 01 14			
000 490 68 14	SC 2009	Izquierda, detrás cabina hacia arriba	86
001 490 02 14			
000 490 75 14			
001 490 19 14	SC 2009	Izquierda, detrás cabina hacia arriba	85

APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL  
DE POLÍTICA TECNOLÓGICA  
CON FECHA:

CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN  
C1-1575

L:\HINTA CDS\30\_06\_2006\950501\950501\_03\_00n.doc LAIMBE I/H 05/07/2006

<b>DAIMLERCHRYSLER</b>		DaimlerChrysler España, S.A. Accionista único: DaimlerChrysler España Holding, S.A. Domicilio Social: Avda. de Bruselas, 30 28108 Alcobendas (Madrid)	
<b>PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES SEGÚN EL TIPO</b>			
<b>Marca: MERCEDES-BENZ</b>	<b>Tipo: 950.501</b>	<b>Modelo: 1823 y var.(no carroz.)</b>	<b>Ext. III Pág. 6 de 7</b>

**EJES PARA VARIANTES: 952.50?**

Achse 1 nicht angetrieben Axle 1 not powered	Achstyp / Axle typ	Fabrikmarke / make	Techn. Zulässige Achslast / Technically permissible load mass
	VL 4 / 50 DC	Mercedes-Benz	7500 kg
	VL 4 / 51 DC		7500 kg
	VL 4 / 52 DC		7500 kg
	VL 4 / 53 DC		7500 kg
	VL 4 / 54 DC		8000 kg
	VL 5 / 21 DC - 9		9000 kg
	VL 4 / 55 D - 7.5		7500 kg
	VL 4 / 56 D - 7.5		7500 kg
	VL 5 / 1 D - 9		9000 kg
Achse 2 / Axle 2	Achstyp / Axle typ	Fabrikmarke / make	Techn. Zulässige Achslast / Technically permissible load mass
	HL 8 / 1	Mercedes-Benz	13000 kg
	HL 7 / 050		11500 kg
	HL 7 / 050		13000 kg
	HL 7 / 051		16000 kg
	HL 7 / 052		11500 kg
	HL 7 / 052		13000 kg
	HL 7 / 053		16000 kg
	HL 7 / 055		13000 kg
	HL 7 / 056		13000 kg
	HL 7 / 056		16000 kg
	HL 7 / 55		13000 kg
	HL 7 / 56		13000 kg
	HL 8 / 1		13000 kg


**EJES PARA VARIANTES: 950.53?, 950.54?, 954.53?**

Achse 1 / Axle 1	Achstyp / Axle typ	Fabrikmarke / make	Techn. Zulässige Achslast / Technically permissible load mass
	VL 4 / 50 DC	Mercedes-Benz	7500 kg
	VL 4 / 51 DC		7500 kg
	VL 4 / 52 DC		7500 kg
	VL 4 / 52 DC		8250 kg
Achse 2 / Axle 2	Achstyp / Axle typ	Fabrikmarke / make	Techn. Zulässige Achslast / Technically permissible load mass
	HL 8 / 1	Mercedes-Benz	13000 kg
	HL 7 / 050		11500 kg
	HL 7 / 050		13000 kg
	HL 7 / 051		16000 kg
	HL 7 / 052		11500 kg
	HL 7 / 052		13000 kg
	HL 7 / 053		16000 kg
	HL 7 / 055		13000 kg
	HL 7 / 056		13000 kg
	HL 7 / 056		16000 kg
	HL 6 / 1		13000 kg
	HL 6 / 3		13000 kg
	HL 7 / 55		13000 kg

**APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL  
DE POLÍTICA TECNOLÓGICA  
CON FECHA:**

**CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN  
C1-1575**

L:\B\BINTA\_CDS\30\_06\_2006\950501\950501\_03\_00n.doc LAIMBE.MH 05/07/2006

<b>DAIMLERCHRYSLER</b>		DaimlerChrysler España, S.A. Accionista único: DaimlerChrysler España Holding, S.A. Domicilio Social: Avda. de Bruselas, 30 28108 Alcobendas (Madrid)	
<b>PRESCRIPCIONES UNIFORMES RELATIVAS A LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMÓVILES SEGÚN EL TIPO</b>			
<b>Marca: MERCEDES-BENZ</b>		<b>Tipo: 950.501</b>	<b>Modelo: 1823 y var.(no carroz.)</b>
		<b>Ext. III</b> <b>Pág. 7 de 7</b>	

NEUMÁTICOS	LLANTAS (1)	182?/ 950.50?	182? L/ 950.53?	182? K/ 952.50?	182? LnR/ 950.54?	182? LS/ 954.53?
285/60 R 22,5	22,5x 8,25 ó 22,5x 9,00	X	X		X	X
295/60 R 22,5	22,5x 9,00	X	X		X	X
305/60 R 22,5	22,5x 8,25 ó 22,5x 9,00	X	X		X	X
315/60 R 22,5	22,5x 9,00	X	X		X	X
275/70 R 22,5	22,5x 8,25	X	X		X	X
385/55 R 22,5 (+)	22,5x 11,75	X	X		X	X
305/70 R 22,5	22,5x 8,25 ó 22,5x 9,00	X	X	X	X	X
315/70 R 22,5	22,5x 9,00	X	X	X		X
495/45 R 22,5 (2)	22,5x 17,00	X	X	X		X
295/80 R 22,5	22,5x 8,25 ó 22,5x 9,00	(X)	(X)	X		(X)
11 R 22,5	22,5x 8,25	X	X			X
385/65 R 22,5 (+)	22,5x 11,75	X	X			X
315/80 R 22,5	22,5x 8,25	Z	Z	X		
12 R 22,5	22,5x 8,25 ó 22,5x 9,00	Z	Z	(X)		
425/65 R 22,5 (+)	22,5x 13,00	Z	Z	X		
12 00 R 20	8,5-20	Z	Z	X		
13 R 22,5	22,5x 9,00	Z	Z	X		
365/85 R 20 (+)	10,0V-20	Z	Z	X		

INDICE DE CARGA MÍNIMO			
EJE DELANTERO		EJE TRASERO	
9.000(160/---)	7.100(152/---)	RUEDA SENCILLA	RUEDA GEMELA
8.000(156/---)	6.700(150/---)	19.000(173/---)	13.000(---/149)
7.500(154/---)	---	11.500(169/---)	11.500(---/145)
---	---	11.000(168/---)	11.000(---/144)
---	---	10.500(166/---)	10.500(---/142)

X: Neumático válido.

(X): Neumático válido de serie.

Z: Neumático válido para frenos de tambor en ambos ejes y con sistema de frenos EPB.

(+): Solo válido para eje direccional o eje de arrastre.

(1) Combinación neumático/rueda (llantas)

(2) Solo válido para el eje trasero.

## AVANCES DE QUINTA RUEDA

VALORES DE 5ª RUEDAS		1823 LS Y 1828 LS	
Distancia entre ejes en (mm) .....		MMA: 18 t	MMA: 17 t
K: Avance 5ª rueda ..... Cab. S/ Sprot :		640-740	390-800
MMA en eje 1º: 6,7 t ..... Cab. L/L ta :		590-690	340-780
K: Avance 5ª rueda ..... Cab. S/ Sprot :		640-840	390-900
MMA en eje 1º: 7,1 t ..... Cab. L/L ta :		590-790	340-880
K: Avance 5ª rueda ..... Cab. S/ Sprot :		640-940	390-1.000
MMA en eje 1º: 7,5 t ..... Cab. L/L ta :		590-890	340-980
K: Avance 5ª rueda ..... Cab. S/ Sprot :		640-1.090	390-1.150
MMA en eje 1º: 8,0 t ..... Cab. L/L ta :		590-1.040	340-1.130
K: Avance 5ª rueda ..... Cab. S/ Sprot :		640-1.340	390-1.400
MMA en eje 1º: 9,0 t ..... Cab. L/L ta :		590-1.290	340-1.380

**APROBADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA TECNOLÓGICA**  
**CON FECHA:**

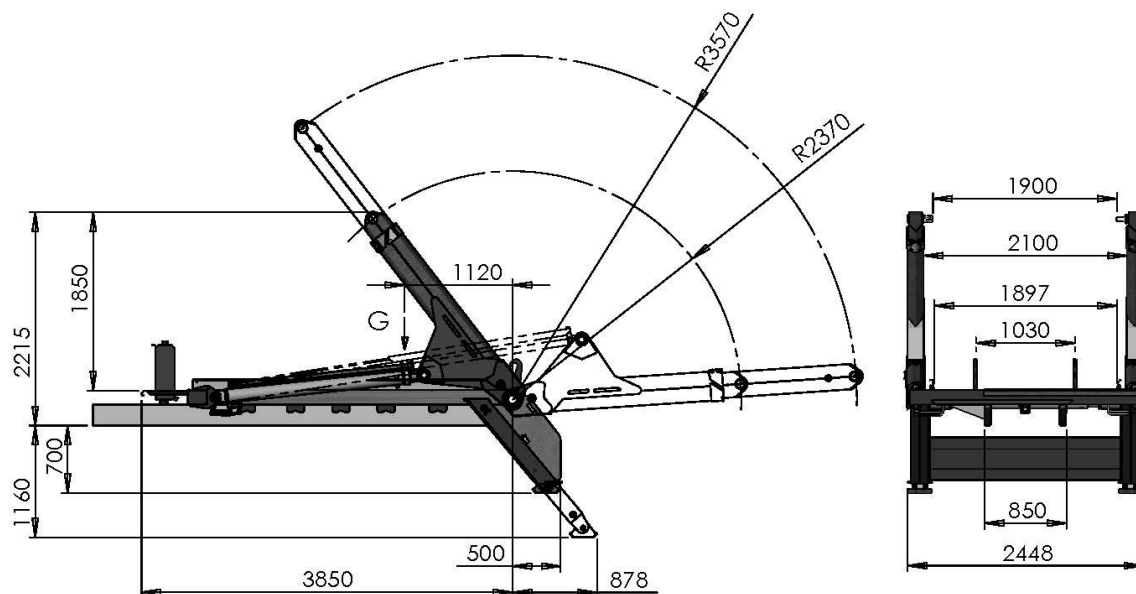
**CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN**  
**C1-1575**

L:\H\INTA\_CDS\30\_06\_2006\950501\950501\_03\_00n.doc LAIMBE I/H 05/07/2006

## **ANEXO II. DATOS DEL FABRICANTE DEL MECANISMO.**



## Equipo MULTICONTAINER modelo MCBT-14



### Datos técnicos del equipo

#### Pesos y prestaciones \*

Peso equipo ..... 2970 kg  
 Contenedor nominal ..... 5 a 12 m<sup>3</sup>  
 Ángulo de giro del contenedor (BTI) ..... 28°

Capacidad de carga (incluido el contenedor):

LONG. BRAZO	SUELO	FOSO
2370 mm	14000 Kg.	10850 Kg.
3570 mm	8200 Kg.	7200 Kg.

Sin tener en cuenta la estabilidad del vehículo.

#### Sistema hidráulico

Caudal de alimentación (1000rpm de motor).. 60l/min  
 Presión de trabajo ..... 280 kg/cm<sup>2</sup>

El caudal de alimentación no se refiere al cubillage de la bomba sino al caudal recomendado de entrada al distribuidor

(\*) CARACTERÍSTICAS REFERIDAS AL EQUIPO SIN INSTALAR.

(\*\*) LIMITADO AL REGLAMENTO ANTIEMPOTRAMIENTO  
 FICHA SUJETA A MODIFICACIÓN SIN PREVIO AVISO.

### Capacidades

Capacidad del depósito de aceite ..... 75 l

### Tiempos de maniobra

(valores a 1000 r.p.m. de motor)

a) Tiempo de basculación ..... 38 s  
 b) Tiempo de carga ..... 28 s

### Chasis cabina

M.M.A. .... 18000 kg.  
 Distancia entre ejes extrema ..... 3400 a 4200mm.

Datos orientativos.

Salvo limitaciones por reparto de cargas.

CAYVOL Grup - Cadaqués, 21. Polig. Ind. LA LLAGOSTA-08120  
 Telf. +34 902 151 228 Fax. +34 935 603 689  
 e-mail : comercial@cayvol.com

Fecha de impresión: 23/03/2008

### **ANEXO III. INFORME DE IDONEIDAD DEL FABRICANTE DE 1ª Y 2ª FASE.**

## Informe de Idoneidad para la Transformación: Proy001FC

El/La abajo firmante, J..... S....., expresamente autorizado por la empresa Mercedes Benz España S.A., con domicilio en Avda. de Bruselas 30, Alcobendas (Madrid)

### INFORMA

Que el vehículo:

Marca: Mercedes Benz  
Tipo: 950.501  
Variante: D  
Denominación Comercial: Axor 1829K  
Nº de Bastidor: WDB9525021L289343

Es apto técnicamente para ser sometido a un completado (carrozado inicial) consistente en:

- Instalación de mecanismo portacontenedores de obra con brazos extensibles
  - o Marca: Cayvol
  - o Modelo: MCBT.14

Estando homologado el vehículo base según la contraseña de homologación nacional C-1575-03, y siendo necesario para su legalización final como completado la aportación por parte del fabricante de segunda fase al organismo competente en materia de inspección técnica de vehículos, de los actos reglamentarios o informes “H” correspondientes que amparen su completado y en su caso la sustitución de sistemas, componentes o unidades técnicas independientes originales del vehículo base.

- Instalación de antiempotramiento trasero de acuerdo a la directiva 70/221\*2006/20/CE si se modifican las condiciones de instalación del mismo respecto al vehículo de base.
- Instalación de la placa de matrícula trasera de acuerdo a la directiva 70/222/CEE si se modifican las condiciones de instalación de la misma respecto al vehículo de base.
- Instalación de alumbrado de acuerdo a la directiva 76/756\*97/28/CE o Reglamento CEPE/ONU nº 48 si se modifican las condiciones de instalación del mismo respecto al vehículo de base, ya que el vehículo incompleto mencionado no recoge la instalación de alumbrado lateral.
- Protección lateral de acuerdo a la directiva 89/297/CEE o Reglamento CEPE/ONU nº 73, ya que el vehículo incompleto mencionado no tiene protección lateral.
- Antiproyección de acuerdo a la directiva 91/226/CEE, ya que en esta materia la directiva del vehículo incompleto mencionado sólo recoge el eje delantero.

No superando las masas y dimensiones indicadas en el certificado de carrozado;

No debiendo superarse los MMA por ejes reflejados en la documentación del vehículo, y;

Respetando las normas fijadas por nuestro manual de NORMAS DE CARROZADO.

**Este informe no prejuzga ni establece valoración vinculante alguna sobre la ejecución física de la reforma.**

Y, para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente informe en Madrid, 5 de abril de 2011.

Firma y Sello

### Informe de Idoneidad para la Transformación: Proy001FC

El/La abajo firmante, M..... L....., expresamente autorizado por la empresa Carrocerías Cayvol S.A., con domicilio en C/Gutemberg, Polígono Industrial Torrehierro, Talavera de la Reina (Toledo).

#### INFORMA

Que el vehículo:

Marca: Mercedes Benz  
Tipo: 950.501  
Variante: D  
Denominación Comercial: Axor 1829K  
Nº de Bastidor: WDB9525021L289343

Ha sido sometido a un completado (carrozado inicial) consistente en:

- Instalación de mecanismo portacontenedores de obra con brazos extensibles
  - o Marca: Cayvol
  - o Modelo: MCBT-14

Quedando el vehículo con las siguientes medidas:

Voladizo Posterior..... 1650 mm.  
Longitud Total ..... 6687 mm.  
Anchura ..... 2485 mm.  
Altura ..... 3265 mm.  
Masa del vehículo en orden de marcha ... 9040 kg.

Estando homologado el vehículo base según la contraseña de homologación nacional C-1575-03, no se ha alterado ningún acto reglamentario recogido en dicha homologación y una vez completado se justifica el cumplimiento de los siguientes actos reglamentarios con su correspondiente número de informe.

Acto Reglamentario	Nº Informe que avala su cumplimiento
Instalación antiempotramiento Trasero Directiva 70/221*2006/20/CE	Informe H nº C0001
Instalación de placa de matrícula trasera Directiva 70/222/CEE	Informe H nº C0002
Instalación de alumbrado y señalización Directiva 76/756*97/28*CE ó Reglamento 48	Informe H nº C0003
Protección lateral Directiva 89/297/CEE ó Reglamento 73	Informe H nº C0004
Sistemas antiproyección Directiva 91/226/CEE	Informe H nº C0005

No superando las masas y dimensiones indicadas en el certificado de carrozado ni las MMA por ejes reflejados en la documentación del vehículo, y;  
Respetando las normas fijadas por las Directrices para la construcción y el montaje de carrocerías y estructuras adosadas para camiones del fabricante Mercedes Benz.

Y, para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente informe en Madrid, 25 de abril de 2011.

Firma y Sello



## **ANEXO IV. INFORME DE CONFORMIDAD**

Informe de Conformidad nº: 100049433

El/La abajo firmante, J..... S....., expresamente autorizado por la empresa Mercedes Benz España S.A., con domicilio en Avda. de Bruselas 30, Alcobendas (Madrid)

## INFORMA

Que el vehículo:

Marca: **Mercedes Benz**  
Tipo: **950.501**  
Variante: **D**  
Denominación Comercial: **Axor 1829K**  
Contraseña de homologación: **C-1575-03**  
Nº de Bastidor: **WDB9525021L289343**

Es técnicamente apto para ser sometido a la reforma consistente en:

- **Instalación de mecanismo portacontenedores de obra con brazos extensibles.**
  - o **Marca: Cayvol**
  - o **Modelo: MCBT-14**

Tipificada con los códigos de reforma: **8.60**.

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

Contraseña de homologación o número de informe que avale el cumplimiento de la reglamentación aplicable afectada por las transformaciones realizadas en el vehículo.

Reglamentación aplicable	Contraseña de homologación ó informe que avala su cumplimiento
Dispositivos de protección trasera <b>70/221/CEE</b>	Informe H nºC0001
Dispositivos de visión indirecta <b>2003/97/CE</b>	C-1575-03
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética) <b>72/245/CEE</b>	Informe Nº 100049433/01
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa <b>76/756/CEE</b>	Informe H nºC0003
Protección lateral <b>89/297/CEE</b>	Informe H nºC0004
Sistemas antiproyección <b>91/226/CEE</b>	Informe H nºC0005
Masas y dimensiones (resto vehículos) <b>97/27/CE</b>	C-1575-03
Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisterna <b>Reglamento CEPE/ONU 111R</b>	No aplica.

El vehículo reformado cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las reformas tipificadas en el anexo I y en el manual de reformas de vehículos y es conforme con las condiciones exigibles de seguridad y de protección al medio ambiente.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en Alcobendas, a 25 de Abril de 2011.

## **ANEXO V. CERTIFICADO DE TALLER**

### Certificado de taller

D. M..... L....., expresamente autorizado por la empresa Carrocerías Cayvol S.L., domiciliada en Talavera de la Reina, provincia de Toledo, calle Gutenberg (Polígono Industrial Torrehierro), nº de teléfono 925888444, dedicada a la actividad de Fabricación e Instalación de Carrocerías, con nº de registro industrial 14992 y nº de registro especial N/A.

#### CERTIFICA:

Que la mencionada empresa ha realizado la reforma, y asume la responsabilidad de la ejecución, sobre el vehículo:

Marca: **Mercedes Benz**

Tipo: **950.501**

Variante: **D**

Denominación Comercial: **Axor 1829K**

Contraseña de homologación: **C-1575-03**

Nº de Bastidor: **WDB9525021L289343**

de acuerdo con:

La normativa vigente en materia de vehículos.

Las normas del fabricante del vehículo aplicable a la reforma llevada a cabo en dicho vehículo.

El proyecto técnico de la reforma adjunto al expediente.

#### OBSERVACIONES:

- INSTALACIÓN DE MECANISMO PORTACONTENEDORES DE OBRA CON BRAZOS EXTENSIBLES:

- MARCA: CAYVOL
- MODELO: MCBT-14

Toledo a 25 de Abril de 2011

Firma y Sello

Fdo. M..... L.....

## **ANEXO VI. CERTIFICADO DIRECCIÓN FINAL DE OBRA**

## CERTIFICACIÓN DIRECCIÓN FINAL DE OBRA.

**D. José Andrés San Martín Sánchez**  
**Ingeniero Técnico Industrial**

### **CERTIFICO:**

Que bajo mi dirección técnica y facultativa ha sido ejecutada la obra, consistente en :

- **Transformación de camión chasis-cabina en camión portacontenedores de obra**

finalizada con fecha 18 de mayo de 2011, en el vehículo siguiente:

Marca: **Mercedes Benz**

Tipo: **950.501**

Variante: **D**

Denominación Comercial: **Axor 1829K**

Contraseña de homologación: **C-1575-03**

Nº de Bastidor: **WDB9525021L289343**

por la empresa CARROCERIAS CAYVOL con domicilio social en Talavera de la Reina, calle Gutenberg (Polígono Industrial Torrehierro), provincia de Toledo, inscrita con el nº 14992 de Registro Industrial, de Castilla la Mancha.

Dicha transformación ha sido realizada de acuerdo a los actos reglamentarios aplicables según informe de idoneidad del fabricante de 1ª fase Mercedes Benz, informe de idoneidad del fabricante de 2ª fase Cayvol, y proyecto técnico realizado por la misma dirección facultativa.

Por lo que se expide a los efectos oportunos previstos en las disposiciones vigentes, para que así conste ante los Organismos Competentes en Materia de Industria de las Comunidades Autónomas.

Vehículo después de la Transformación



En Madrid, a 25 de abril de 2011.

Fdo. D. José Andrés San Martín Sánchez.  
Dirección Facultativa